



Foto por
Juan José Montoya Monsalve

Documento técnico: Rectas meteóricas generadas con cuatro métodos y estadística descriptiva de los datos isotópicos de las muestras de lluvia abordada en el ENA 2022

Autor:

Ideam

Luis Eduardo Toro Espitia

ANEXO



1. Introducción

Este documento contiene la descripción de los cálculos realizados para la elaboración de las gráficas con datos isotópicos presentadas en el capítulo de isotopía del Estudio Nacional del Agua versión 2022 (ENA-2022). También contiene el tratamiento estadístico básico de los datos.

El documento está dividido en seis secciones. En la segunda parte se abordan las estaciones que conforman la Red Nacional de Isotopía (RNI). En total, se presentan resúmenes estadísticos y figuras para trece estaciones. Las estaciones no incluidas por su corta duración son: Cartagena, Villavicencio2 y Bahía Solano. En la tercera parte se presenta la información relacionada con las estaciones de la red GNIP que es operada por el OIEA/OMM. Se trata de cinco estaciones, entre las cuales está la de Bogotá, que es la principal estación en Colombia. Esa estación contiene la serie histórica de datos más grande del país (desde 1971) y está bajo el cuidado del Ideam. En la cuarta parte está dedicada a datos que fueron recolectados en varios proyectos coordinados de investigación o de cooperación técnica internacional auspiciados por el OIEA, y que han sido registrados en la base de datos del GNIP. En general, se trata de series históricas de datos muy cortas (entre uno y dos años), pero que fueron tenidas en cuenta en el capítulo de isotopía del ENA-2022 debido a la escasez de datos. La quinta parte trata datos de otras procedencias, por ejemplo, redes regionales de isótopos en la precipitación operadas por autoridades ambientales o institutos de investigación, datos publicados en artículos, y datos que hacen parte de expedientes de la ANLA. En el último capítulo se relacionan las ecuaciones de las rectas meteóricas calculados para todas las estaciones mediante cuatro métodos de ajuste.

Se sigue la misma estructura de presentación de datos para todas las estaciones. A continuación, se describen los procedimientos para el tratamiento de los datos.

1.1 Revisión de datos

Los resultados estadísticos presentados en este anexo han sido realizados con una hoja de cálculo Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (versión 2202 compilación 16.0.14931.20118), y en el ambiente de programación R [versión 4.0.3 (2020-10-10)] a través de la interfase RStudio (versión 1.4.1106).

Los datos han sido revisados con el fin de detectar errores. Para la identificación de datos isotópicos no confiables, se ha utilizado como criterio el valor del exceso de deuterio. Tradicionalmente se ha considerado como evidencia de evaporación de muestras compuestas mensuales un exceso de deuterio por debajo de 5‰ VSMOW. Por supuesto, este umbral es subjetivo y además este criterio no da información sobre otras muestras que también pueden estar afectadas por protocolos inapropiados de muestreo o almacenamiento, pero cuyo exceso de deuterio ha quedado por encima del umbral ya mencionado. Por el momento, todas las muestras compuestas mensuales cuyo exceso de deuterio es menor que 5‰ VSMOW han sido descartadas del tratamiento numérico de los datos.

El OIEA en su tratamiento estadístico de los datos del GNIP utiliza el criterio de descartar datos enriquecidos que están más lejos de tres desviaciones estándar de la media. Este método es apropiado cuando esporádicamente se registran datos extremos, pero no cuando hay problema persistente en la recolección de datos. Nótese que cuando el valor extremo es muy empobrecido, se considera el dato como perteneciente a un evento real; es decir, no se considera que sea resultado de un problema durante el muestreo. Se recuerda que la evaporación de la muestra da como resultado un enriquecimiento de ésta.

1.2 Estadística descriptiva

Para cada estación se presenta una tabla con las estadísticas más representativas del conjunto de datos. La estadística es hecha para tres variables: deuterio, oxígeno-18, y exceso de deuterio. El exceso

de deuterio es una variable de segundo grado y se calcula con la ecuación (1):

$$d = \delta^2H - 8 \cdot \delta^{18}O \quad (1)$$

, donde d es el **exceso de deuterio**, δ^2H y $\delta^{18}O$ son los contenidos de deuterio y oxígeno-18 de la lluvia, respectivamente.

Las relaciones isotópicas para el deuterio ($^2H/^1H$) y el oxígeno-18 ($^{18}O/^16O$) están expresadas en notación delta (δ), en por miles de desviación respecto al patrón primario llamado “Estándar de Viena del Promedio del Agua Oceánica” (VSMOW, por sus siglas en inglés), de acuerdo con la definición realizada por Craig (1961):

$$\delta(\text{‰}) = \frac{R_{\text{muestra}} - R_{\text{VSMOW}}}{R_{\text{VSMOW}}} \cdot 10^3 \quad (2)$$

, donde R es ($^2H/^1H$) o ($^{18}O/^16O$).

Las estadísticas incluyen: media, mediana, desviación estándar, curtosis, coeficiente de asimetría, rango, valores mínimo y máximo, y número de datos para la estadística y número de datos descartados ($d < 5 \text{‰}$). Adicionalmente, se presentan los promedios aritmético y ponderado por cantidad de lluvia. Este último promedio se calcula con la ecuación (3):

$$\bar{\delta}_w = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \delta_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3)$$

donde P_i es la precipitación mensual y δ_i es el contenido isotópico de la muestra compuesta mensual.

El promedio isotópico ponderado por cantidad de lluvia es muy utilizado en aplicaciones hidrológicas. Aunque la variable cantidad de precipitación se registra en la base de datos de la red RNI, la mayoría de las estaciones procedentes de otras fuentes de información presenta un registro incompleto de la precipitación o incluso ningún dato. Por lo anterior, y con el fin de utilizar una fuente homogénea de datos de precipitación para todas las estaciones, se ha

utilizado datos de reanálisis de la base de datos CHIRPS.

La Precipitación infrarroja con datos de estación (CHIRPS) del Grupo de Riesgos Climáticos es un conjunto de datos de precipitaciones casi globales de más de 35 años. Cubriendo el rango latitudinal $50^\circ\text{S} - 50^\circ\text{N}$ (y todas las longitudes) y desde 1981 hasta casi el presente, CHIRPS incorpora imágenes satelitales de resolución de $0,05^\circ$ y datos de estaciones in situ para crear series temporales de lluvia en cuadrícula.

CHIRPS fue desarrollado para apoyar la Red de Sistemas de Alerta Temprana de Hambruna de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (FEWS NET). El algoritmo i) está construido en torno a una climatología de $0,05^\circ$ que incorpora información satelital para representar sitios escasamente calibradas, ii) incorpora estimaciones de precipitación diarias, pentadales y mensuales desde 1981 hasta el presente basadas en duración de nube fría (CCD – Cold Cloud Duration) de $0,05^\circ$, iii) combina datos de estaciones para producir una estimación preliminar producto de información con una latencia de aproximadamente 2 días y un producto final con una latencia promedio de aproximadamente 3 semanas, y iv) utiliza un procedimiento de combinación novedoso que incorpora la estructura de correlación espacial de estimaciones CCD para asignar pesos de interpolación (Funk et al., 2015).

Varios autores han evaluado el rendimiento de los datos CHIRPS (por ejemplo, Gupta et al., 2019; Hsu et al., 2021; y López-Bermeo et al., 2022). Un resultado en común es que CHIRPS representa muy bien las variaciones de la precipitación en casi todos los ambientes geográficos cuando se utilizan datos agregados mensuales. Esa ventana de tiempo es justamente la utilizada con la información isotópica (muestras compuestas mensuales). Por tanto, los promedios isotópicos ponderados por cantidad de lluvia han sido estimados con estos datos de reanálisis.

1.3 Gráficas

Las gráficas generadas para cada estación son:

- **Fecha de muestreo vs. exceso de deuterio.** Esta es la única gráfica que tiene en cuenta todos los registros de la versión original de la base de datos, y es utilizada para informar sobre la cantidad de datos que han sido descartados. Este tipo de gráfica sugiere que para algunas estaciones el protocolo de muestreo ha mejorado en los últimos años.
- **Histogramas de deuterio (izquierda), oxígeno-18 (centro) y exceso de deuterio (derecha).** Estas gráficas ofrecen información sobre la distribución de las tres variables. Para este reporte se ha adoptado la decisión que por defecto toma la función genérica `hist()` de R en cuanto al número de bandas para cada histograma y, por tanto, esas gráficas deben ser observadas con cautela ya que un número inapropiado de bandas puede oscurecer la tendencia de los datos.
- **Series históricas de oxígeno-18 (eje vertical izquierdo) y deuterio (eje vertical derecho).** Esta gráfica suministra una imagen preliminar de la variación temporal de ambos isótopos por estación. Como es de esperarse, ambas series deben mostrar un comportamiento muy similar entre sí.
- **Recta meteórica local.** Para cada estación se calcula la recta de mejor ajuste cuando se compara el oxígeno-18 con el deuterio. Como es de esperarse, las rectas de mejor ajuste deben tener una pendiente cercana a ocho (8). El **intercepto de deuterio** provee información sobre la fuente de humedad que da lugar a las lluvias en cada punto de observación. En esta gráfica sólo se muestra la recta de mejor ajuste estimada con el método ordinario de mínimos cuadrados. En el último capítulo de este anexo se presentan las rectas meteóricas estimadas con los cuatro métodos adoptados en este estudio.

- **Gráficas de cajas y bigotes para datos agregados por mes.** Este tipo de gráfica da información sobre la variación mensual del deuterio, oxígeno-18 y exceso de deuterio. Dicha variación temporal es producida en gran medida por fenómenos meteorológicos sinópticos o a meso escala. Debido a la corta duración de las series históricas de datos, estas gráficas deben considerarse como imágenes preliminares del comportamiento isotópico de la lluvia en el país. En estas gráficas también se incorpora la información de precipitación para los meses en los que están disponibles los datos isotópicos (datos CHIRPS).

1.4 Rectas meteóricas locales (RML)

Para obtener la recta de mejor ajuste, se ha usado tradicionalmente el método de mínimos cuadrados (OLSR, por sus siglas en inglés). Éste es el método utilizado por defecto en aplicaciones como Microsoft Excel. Sin embargo, algunos investigadores cuestionan la conveniencia de ese método. Por ejemplo, Crawford et al. (2014) sugieren que el método OLSR es más apropiado cuando se desea desarrollar algún método predictivo. Es importante recalcar que las rectas meteóricas no indican causalidad alguna; es decir, la recta meteórica no sugiere que el oxígeno-18 da lugar al deuterio. Solo es una asociación lineal porque ambos isótopos son afectados por los mismos fenómenos físicos, aunque difieren en la magnitud de su respuesta.

Otro método de ajuste que ha sido utilizado por el OIEA en sus reportes estadísticos de la red GNIP (por ejemplo, IAEA 1992) es el del Eje Principal Reducido (RMA, por sus siglas en inglés). Un tercer método menos empleado es el del eje principal (MA, por sus siglas en inglés), a veces denominado como regresión ortogonal. La ventaja de estos dos últimos métodos, en relación con el método OLSR, es que tienen en cuenta errores asociados tanto con la variable independiente como con la variable dependiente (Argirou y Lykoudis, 2006).

Los tres métodos de regresión lineal mencionados tienen en común tratar de minimizar un índice que

representa la diferencia entre los valores observados y los predichos. En lo que se diferencian entre sí es en el índice usado. OLSR busca minimizar la distancia vertical entre el valor observado y la recta de mejor ajuste. MA busca minimizar la distancia perpendicular a la recta de mejor ajuste. RMA busca minimizar el área del triángulo formado entre la recta de mejor ajuste y las rectas horizontal y vertical que pasan por el punto observado (figura 1).

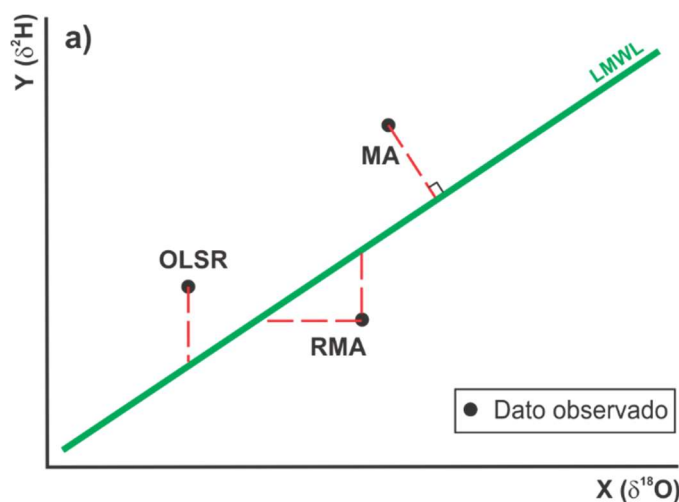


Figura 1. Diferentes métodos para estimar la recta de mejor ajuste. Tomado de Crawford et al., 2014

Un cuarto método de ajuste fue propuesto por Hughes & Crawford (2012), y fue denominado como “mínimos cuadrados ponderados por cantidad de lluvia” (PWLSR, por sus siglas en inglés). En esencia, este método es similar al OLSR salvo que asigna un peso a cada dato dependiendo de la cantidad de lluvia que represente. Es decir, en este método los datos de los meses más lluviosos reciben más importancia que los datos de los meses menos húmedos. Esta estrategia es empleada con frecuencia en hidrogeología porque en términos de recarga de acuíferos, hay más oportunidad de recargar las aguas subterráneas en los meses más lluviosos. En el último capítulo de este anexo, se presentan todos los resultados obtenidos con los cuatro métodos de ajuste mencionados.

1.5 Estaciones evaluadas

La tabla 1 y la figura 2 presentan información relevante y localización de todas las estaciones tenidas en cuenta en el capítulo de Isotopía del ENA-2022. Los números consecutivos en la primera columna de la tabla coinciden con las etiquetas de los puntos en el mapa. Las coordenadas geográficas están en el sistema MAGNA-SIRGAS. La cota, en metros sobre el nivel del mar (msnm), fue obtenida del modelo digital de elevación del proyecto SRTM de la Administración Nacional de Aeronáutica (NASA) de 2011, con resolución 30 m x 30 m. Este modelo digital de elevación para todo el país puede ser descargado desde el portal Colombia en Mapas del Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en el siguiente enlace: <https://www.colombiainmapas.gov.co/#>

Tabla 1. Puntos de observación utilizados en el capítulo de isotopía ENA-2022

id	Estación	Latitud	Longitud	Cota	Fuente información
1	RNI-Bolivia	5.3283	-75.1120	1879	Corpocaldas
2	RNI-Bucaramanga	7.1414	-73.1183	996	Ideam
3	RNI-Carmen de Tonchalá	7.8467	-72.5667	305	Ideam
4	RNI-Duitama	5.7876	-73.0818	2491	Ideam
5	RNI-Ibagué	4.4356	-75.2088	1183	Ideam
6	RNI-La Macarena	2.1762	-73.7934	229	Ideam
7	RNI-Pasto	1.2257	-77.2833	2504	Ideam
8	RNI-Pereira	4.8046	-75.6743	1492	Ideam
9	RNI-Cali	3.3177	-76.6367	1699	Ideam
10	RNI-Villavicencio1	4.1375	-73.6250	434	Ideam
11	RNI-Quibdó	5.6906	-76.6438	55	Ideam
12	RNI-Buenaventura	3.8201	-76.9924	14	Ideam
13	RNI-San Andrés	12.5879	-81.7011	1	Ideam
14	GNIP-Bogotá	4.6217	-74.1034	2558	Ideam
15	GNIP-Tunelapa	7.7899	-76.6508	33	Corpourabá
16	GNIP-Barranquilla	10.8800	-74.7800	25	GNIP (OIEA)
17	GNIP-EI Tesoro	9.3571	-75.2892	196	Carsucre
18	GNIP-Toluviejo	9.4778	-75.4690	42	Carsucre
19	GNIP-EI Picacho	7.1128	-72.9697	3451	UIS
20	GNIP-La Casita	7.2083	-72.9381	2533	UIS
21	GNIP-Tona	7.1986	-72.9739	1872	UIS
22	GNIP-La Galvicia	7.1256	-73.0600	1803	UIS
23	GNIP-Berlín	7.1894	-72.8717	3323	UIS
24	GNIP-San Antonio	7.1022	-73.0694	1428	UIS
25	GNIP-La Mariana	7.1256	-73.0103	2290	UIS
26	GNIP-Ideam	7.1447	-73.1250	839	UIS
27	GNIP-Carraipía	11.2194	-72.3633	123	Corpoguajira
28	GNIP-Albania	3.4405	-76.0017	3661	GNIP (OIEA)
29	GNIP-Piedecuesta	7.0000	-73.0833	1074	UIS
30	GNIP-Maicao	11.3726	-72.2474	56	Corpoguajira
31	ANLA-Quebradona	5.7566	-75.7495	2052	ANLA
32	ANLA-San Antonio	5.7987	-75.7033	919	ANLA
33	QNIP-CRQ	4.5561	-75.6636	1513	CRQ
34	A&A-La Asomadera	4.7994	-75.4149	4118	A&A de Pereira

NOTA: Coordenadas en MAGNA-SIRGAS. Cota en metros sobre el nivel del mar.

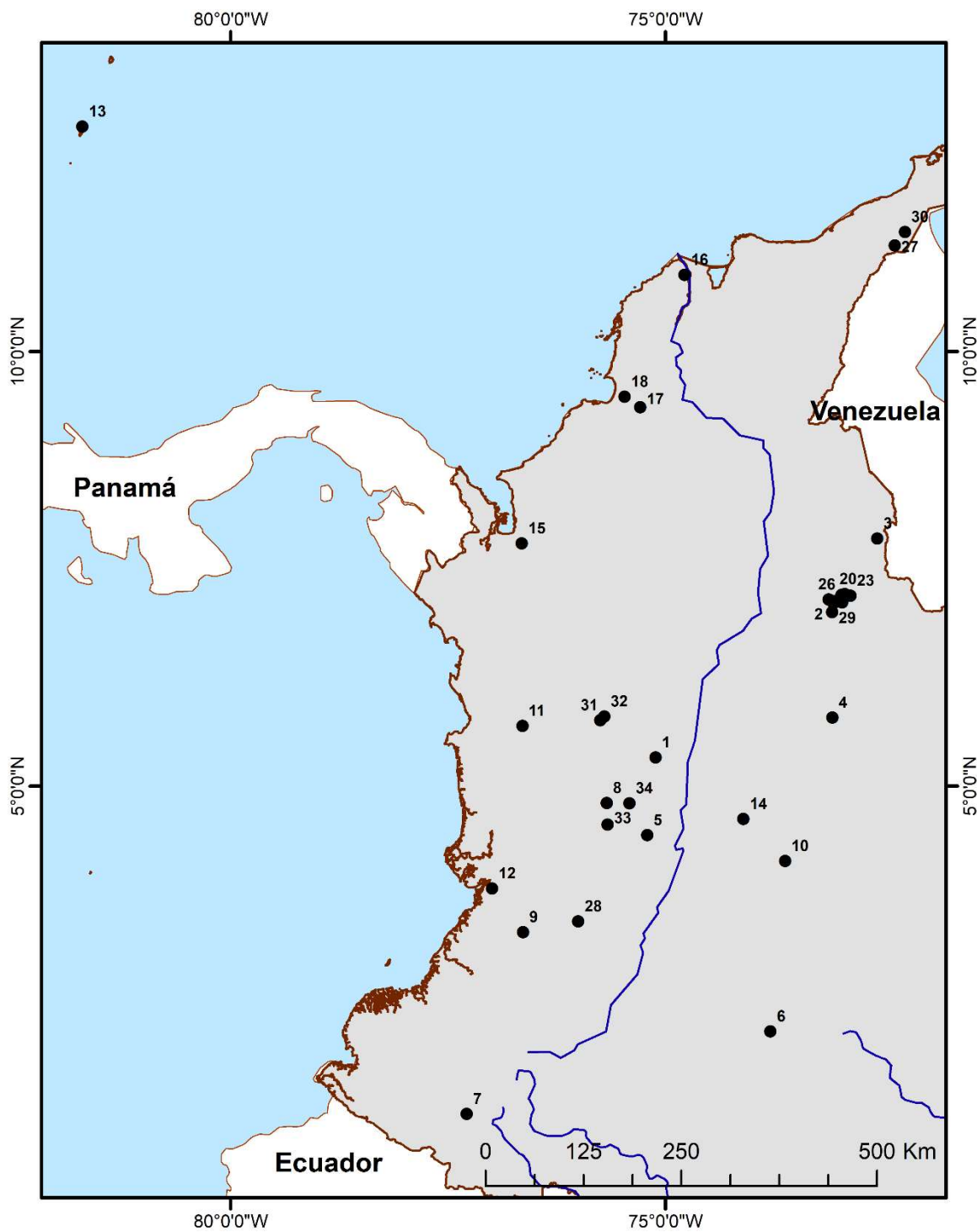


Figura 2. Localización puntos de observación tenidos en cuenta para el capítulo de Isotopía del ENA-2022

2 Estaciones red RNI

2.1 RNI-Bolivia

Tabla 2. Estadística descriptiva estación RNI-Bolivia

Parámetro	H2	O18	d
Media	-40.5	-6.46	11.2
Mediana	-50.2	-7.71	11.2
Desviación estándar	30.8	3.73	1.4
Curtosis	-1.1	-1.10	-0.9
Coefficiente de asimetría	0.1	0.15	-0.4
Rango	93.8	11.33	4.0
Mínimo	-91.4	-12.56	9.0
Máximo	2.4	-1.23	13.0
Datos utilizados	12	12	12
Datos descartados	0	0	0
Promedio aritmético	-40.5	-6.46	11.2
Promedio ponderado	-45.8	-7.12	11.2

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

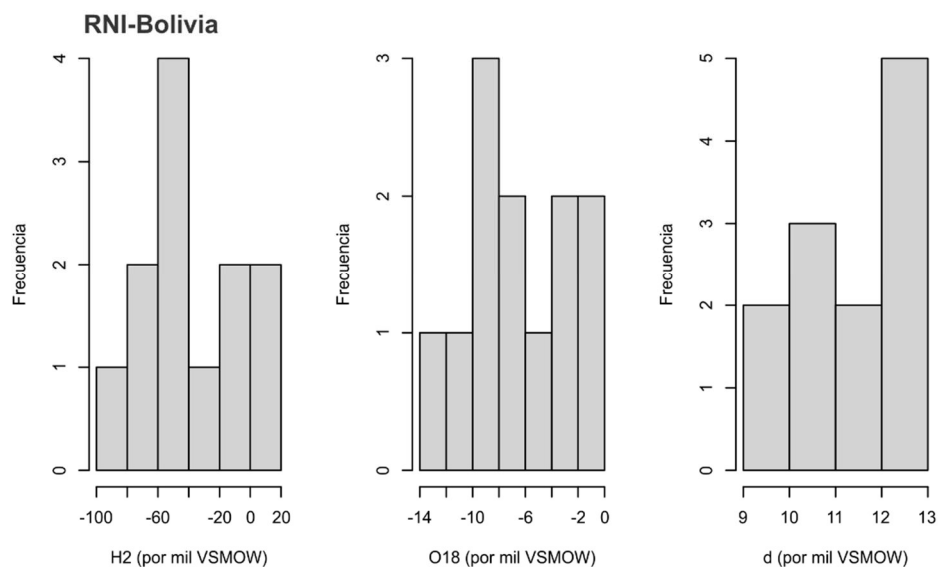


Figura 3. Histogramas, estación RNI-Bolivia

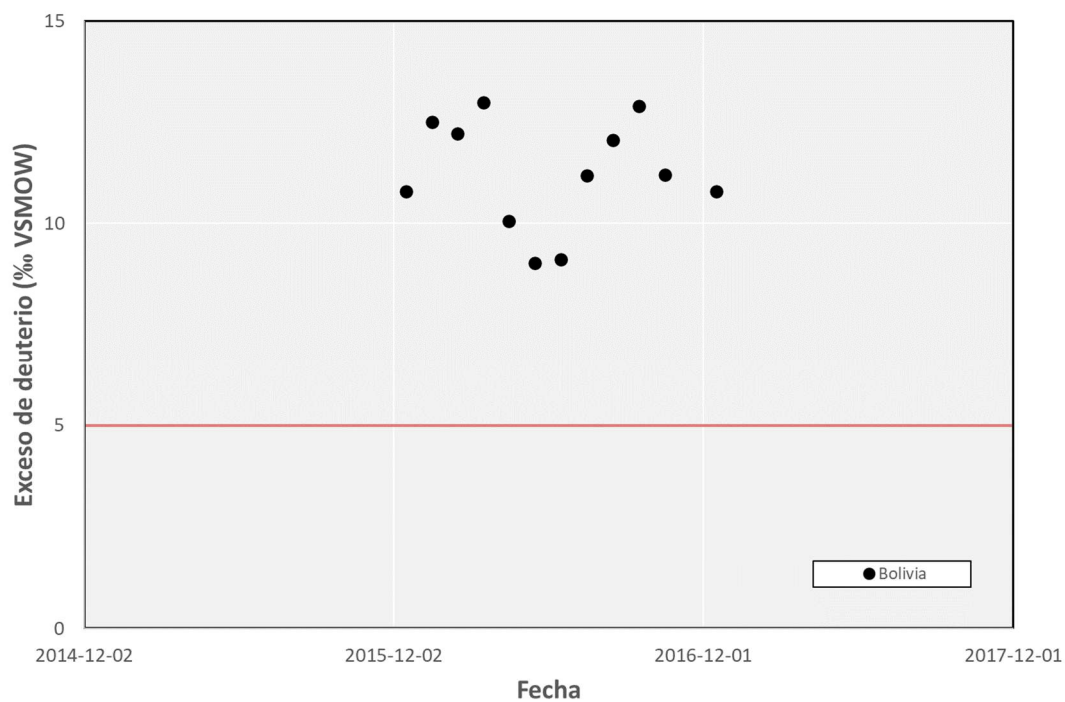


Figura 4. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Bolivia

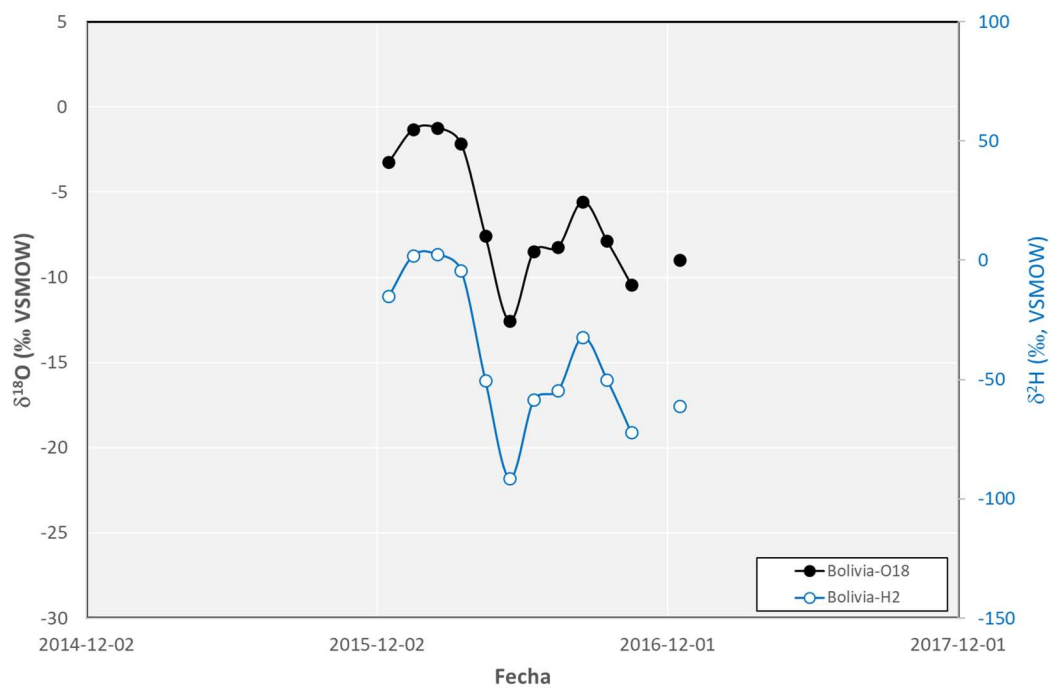


Figura 5. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Bolivia

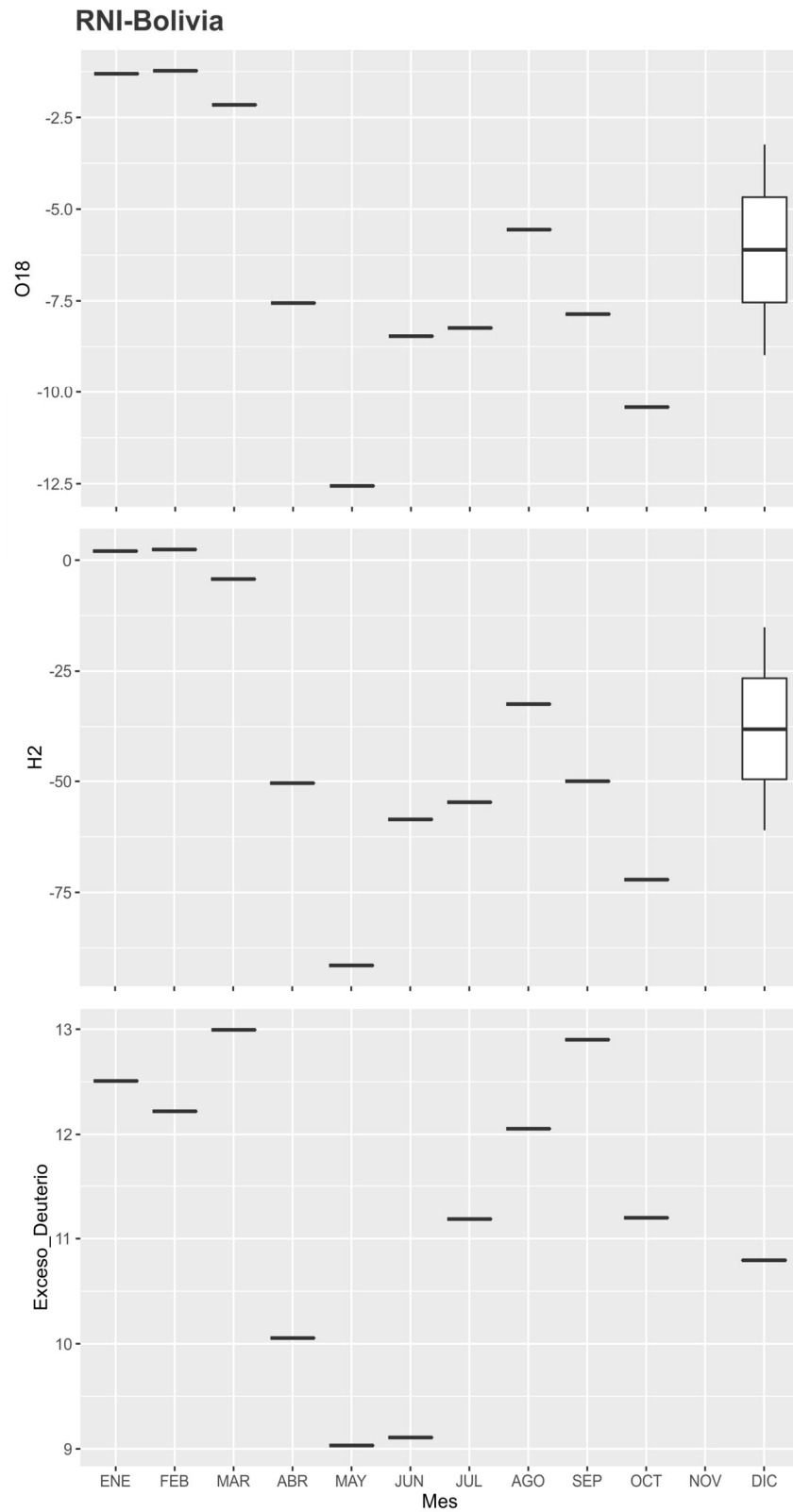


Figura 6. Variación mensual, estación RNI-Bolivia

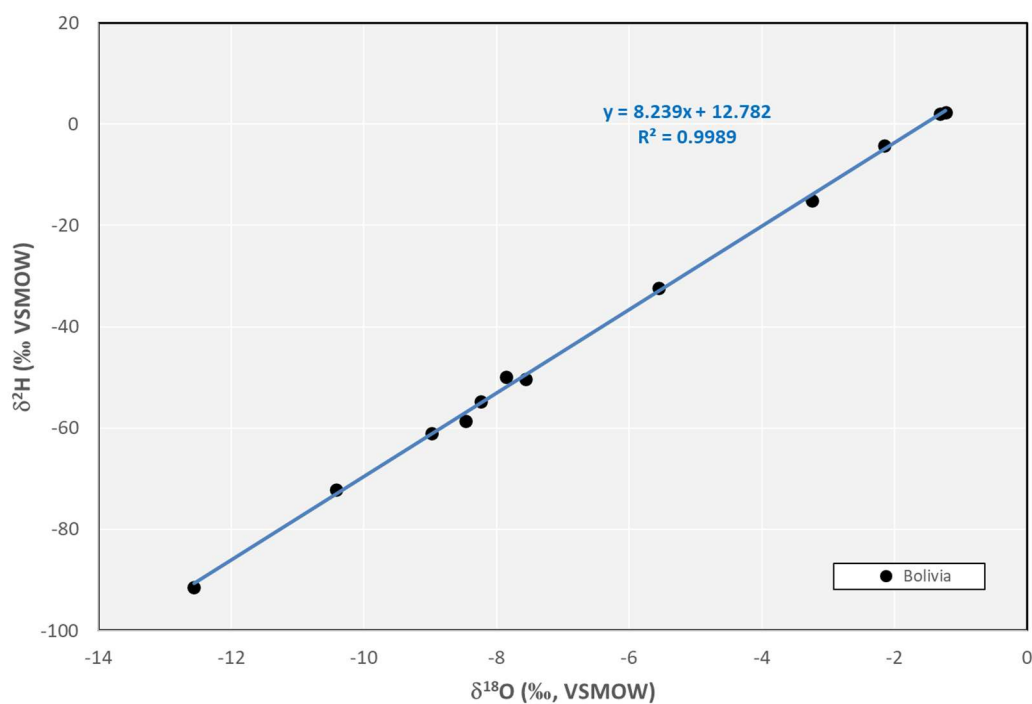


Figura 7. Recta meteórica local, estación RNI-Bolivia

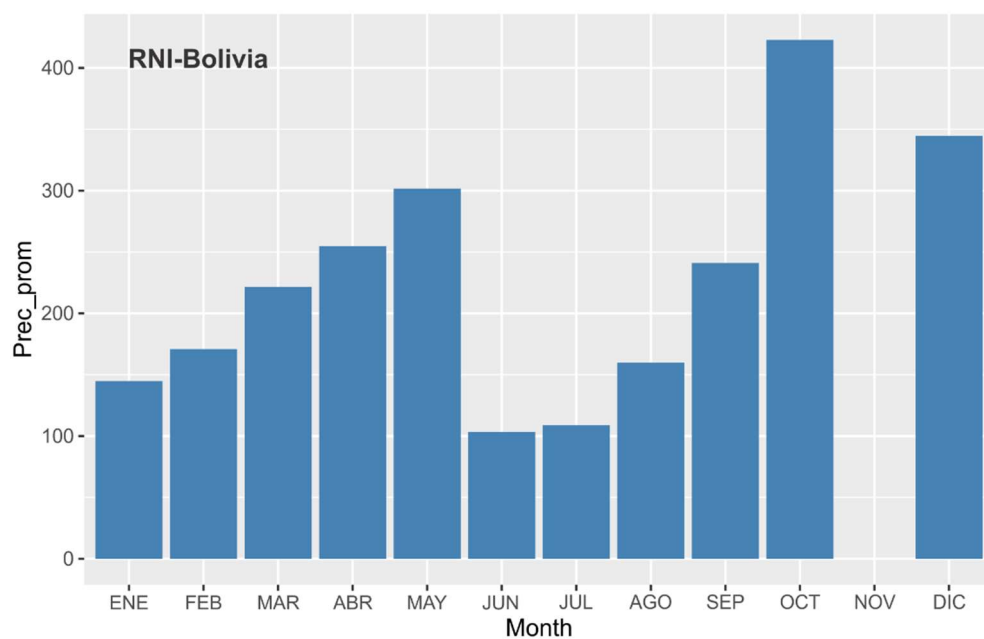


Figura 8. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Bolivia

2.2 RNI-Bucaramanga

Tabla 3. Estadística descriptiva estación RNI-Bucaramanga

Parámetro	H2	O18	d
Media	-32.9	-5.34	9.9
Mediana	-31.7	-5.22	9.2
Desviación estándar	28.6	3.51	3.2
Curtosis	-0.7	-0.70	-0.7
Coefficiente de asimetría	-0.2	-0.24	0.5
Rango	108.5	13.49	12.7
Mínimo	-97.8	-13.15	5.1
Máximo	10.7	0.34	17.8
Datos utilizados	57	57	57
Datos descartados	10	10	10
Promedio aritmético	-32.9	-5.34	9.9
Promedio ponderado	-35.9	-5.76	10.2

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

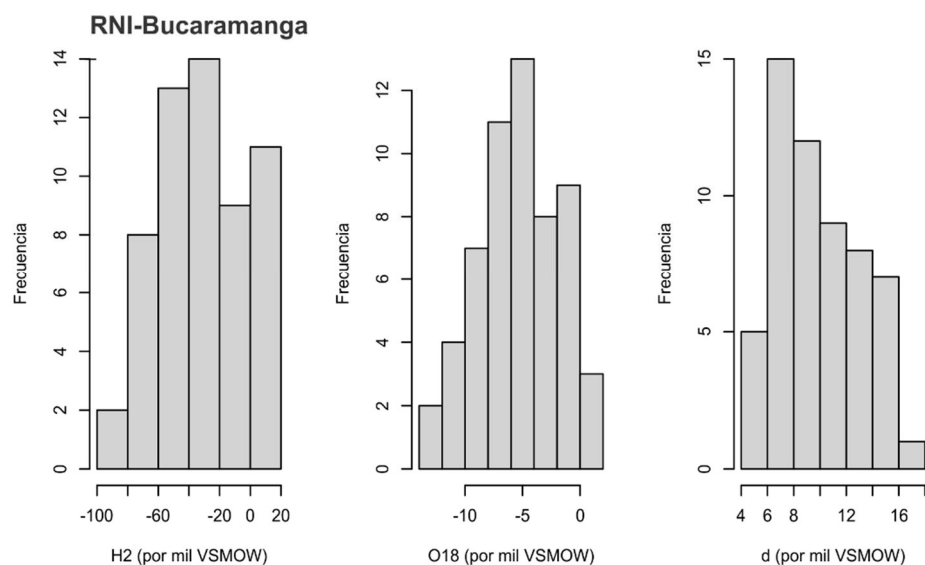


Figura 9. Histogramas, estación RNI-Bucaramanga

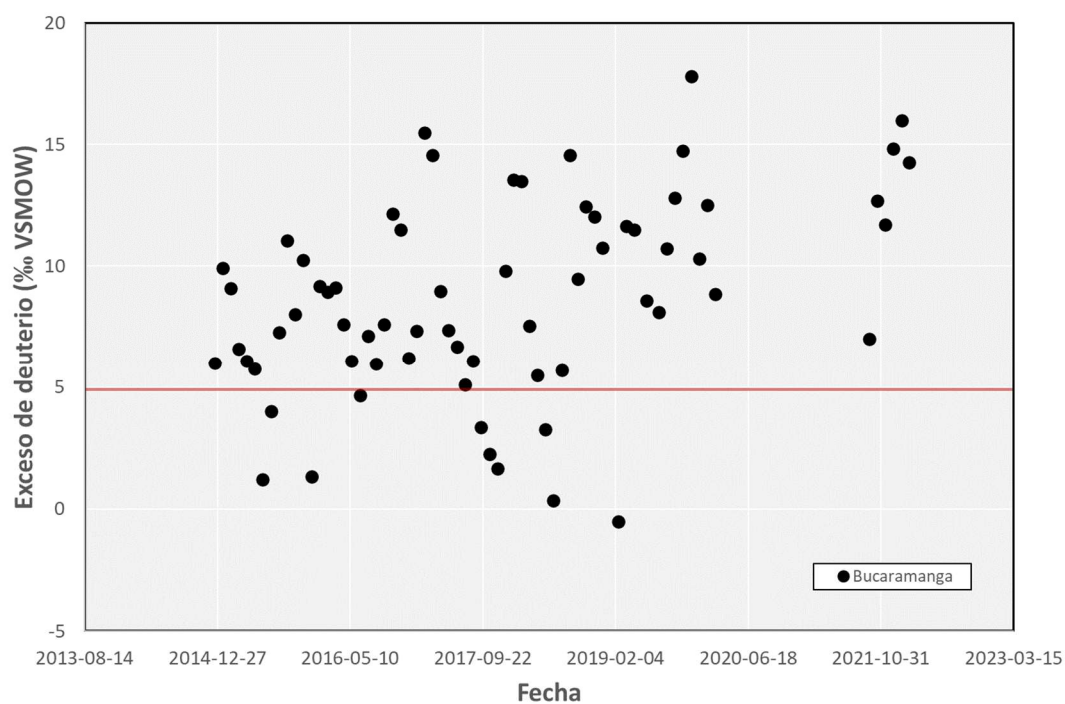


Figura 10. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Bucaramanga

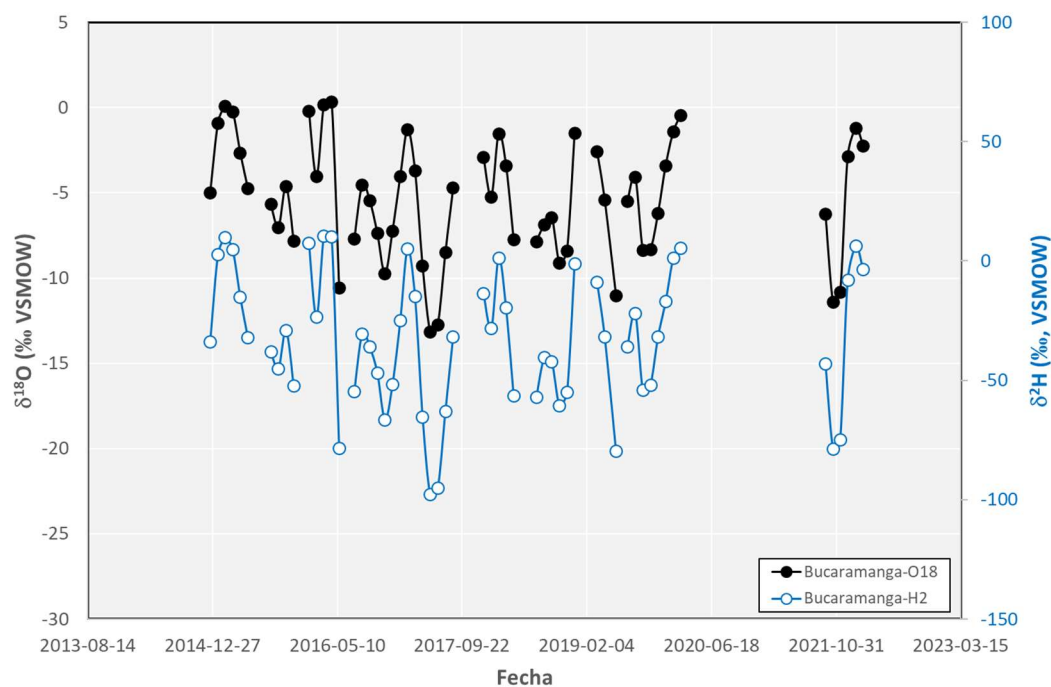


Figura 11. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Bucaramanga

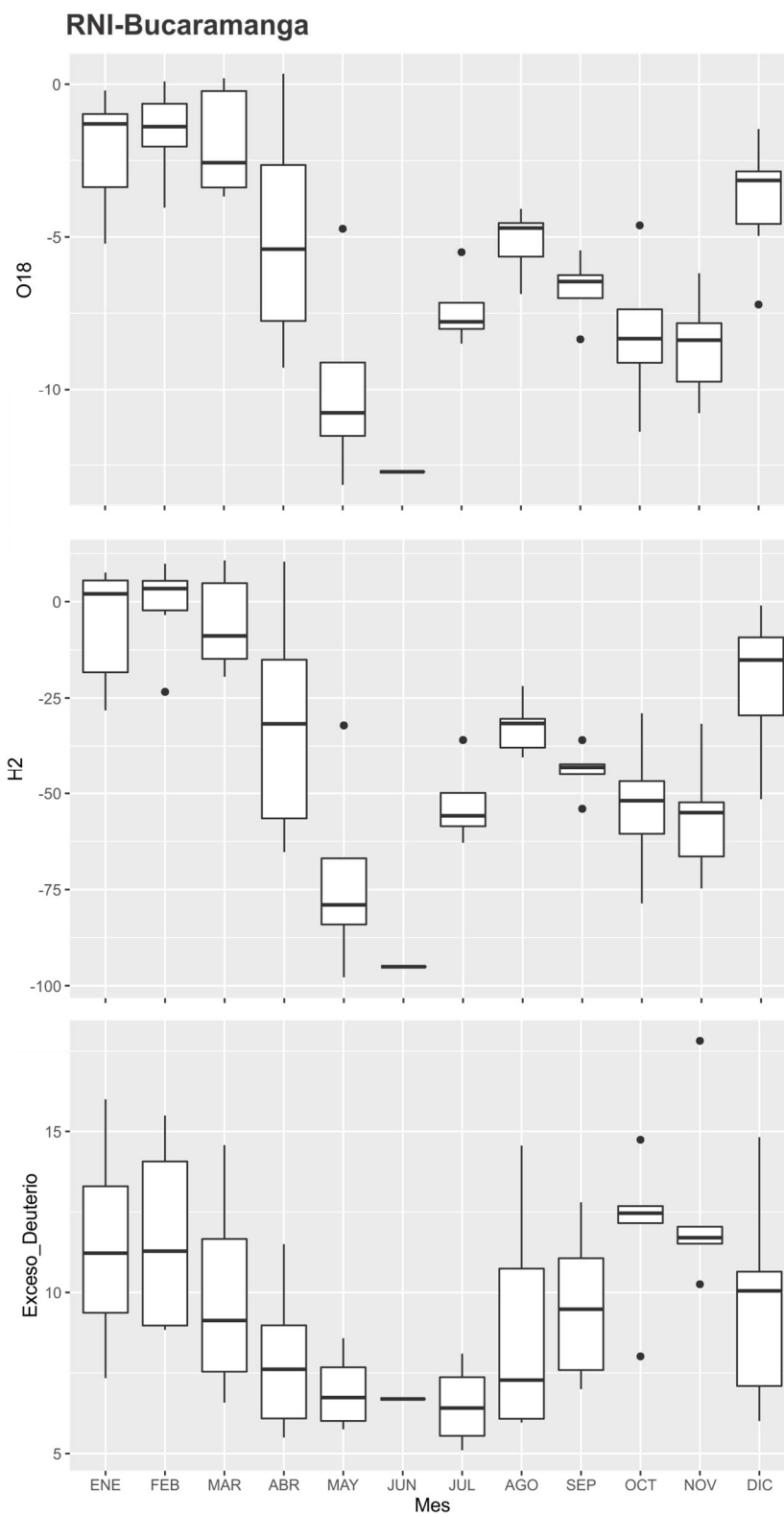


Figura 12. Variación mensual, estación RNI-Bucaramanga

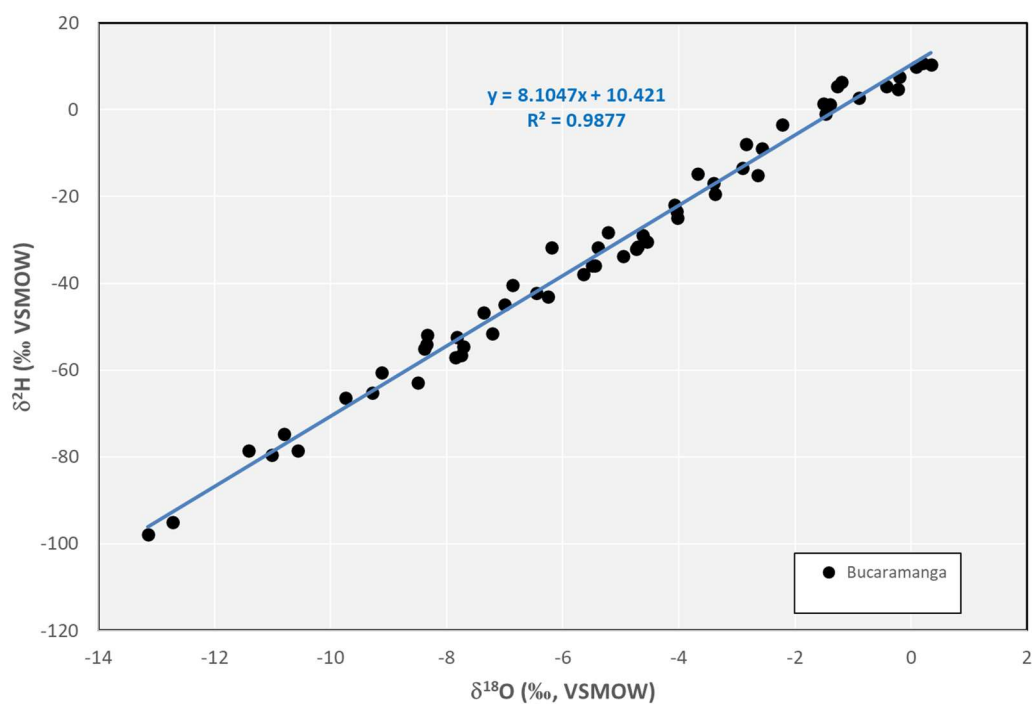


Figura 13. Recta meteórica local, estación RNI-Bucaramanga

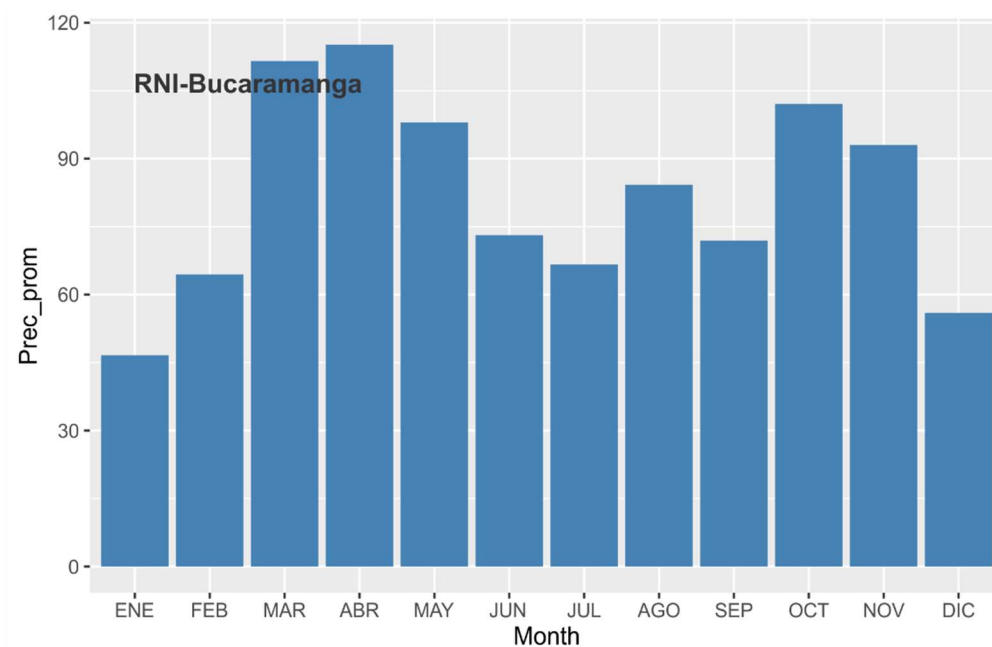


Figura 14. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Bucaramanga

2.3 RNI-Carmen de Tonchalá

Tabla 4. Estadística descriptiva estación RNI-Carmen de Tonchalá

Parámetro	H2	O18	d
Media	-13.6	-2.95	10.0
Mediana	-11.0	-2.44	10.2
Desviación estándar	23.4	2.84	2.7
Curtosis	0.8	1.59	-0.6
Coeficiente de asimetría	-1.0	-1.20	0.0
Rango	95.1	12.65	9.9
Mínimo	-79.4	-11.63	5.3
Máximo	15.7	1.02	15.2
Datos utilizados	31	31	31
Datos descartados	18	18	18
Promedio aritmético	-13.6	-2.95	10.0
Promedio ponderado	-23.4	-4.18	10.1

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

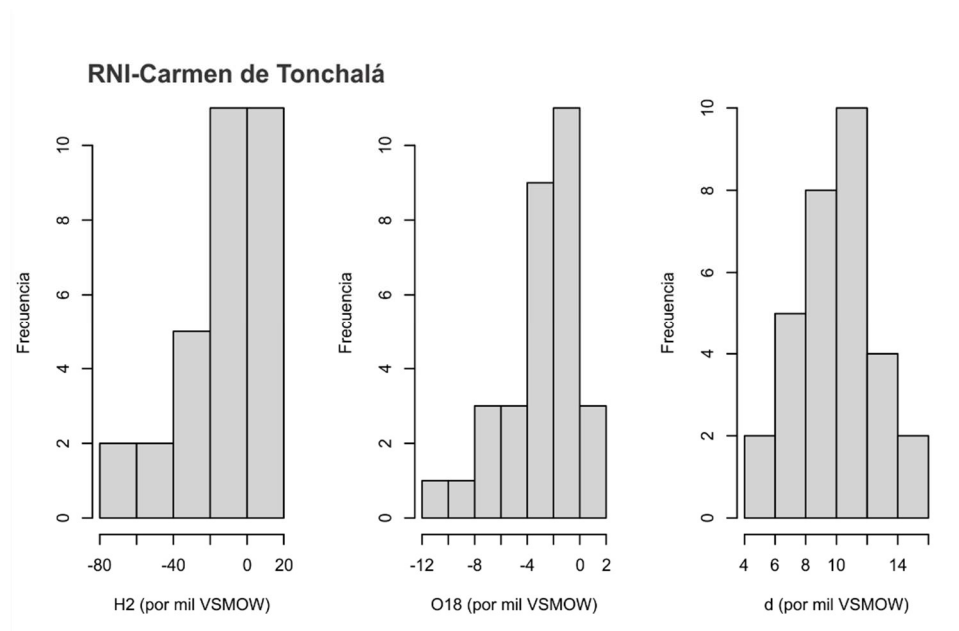


Figura 15. Histogramas, estación RNI-Carmen de Tonchalá

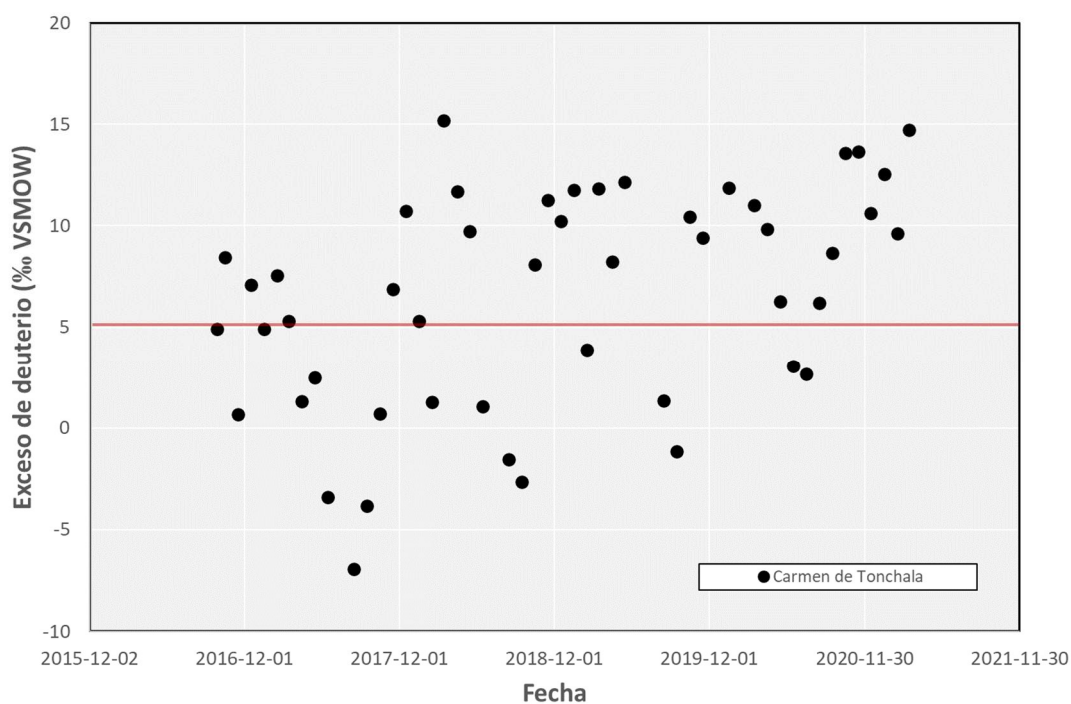


Figura 16. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Carmen de Tonchalá

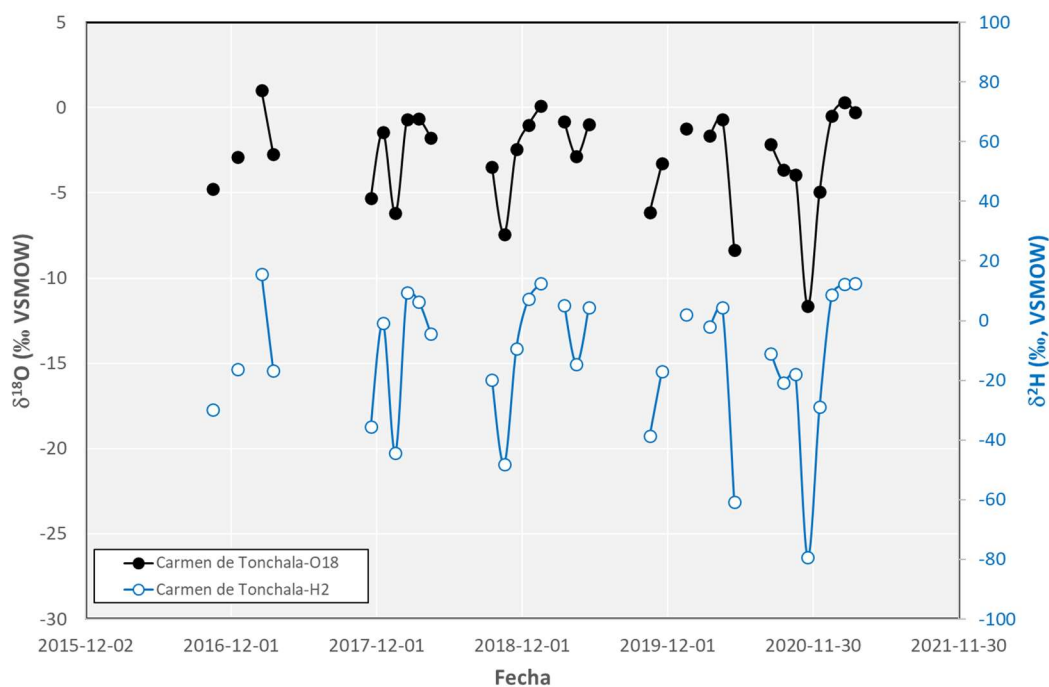


Figura 17. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Carmen de Tonchalá

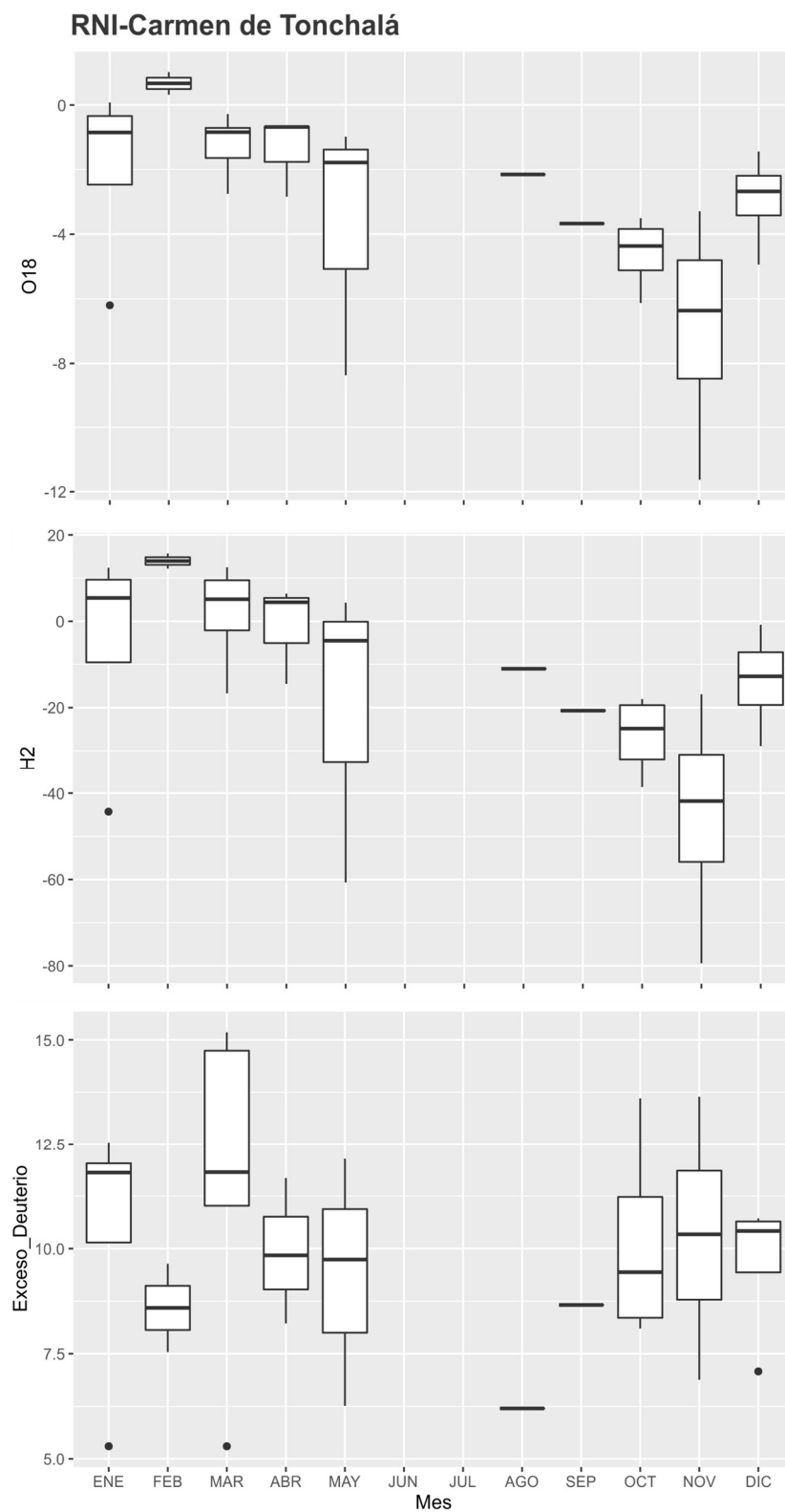


Figura 18. Variación mensual, estación RNI-Carmen de Tonchalá

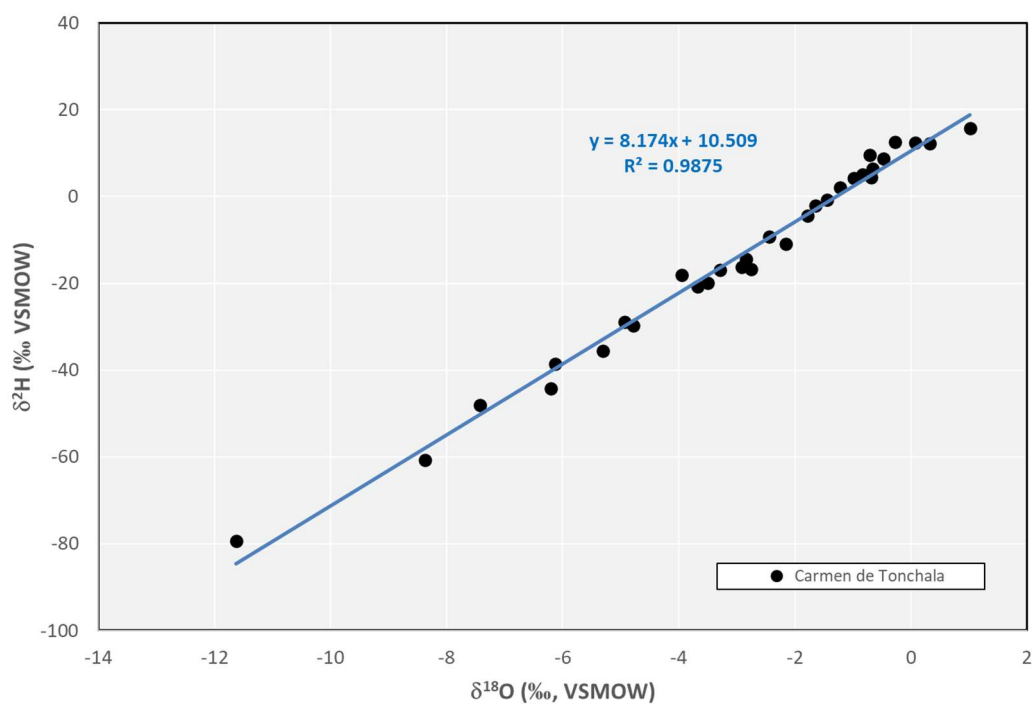


Figura 19. Recta meteórica local, estación RNI-Carmen de Tonchalá

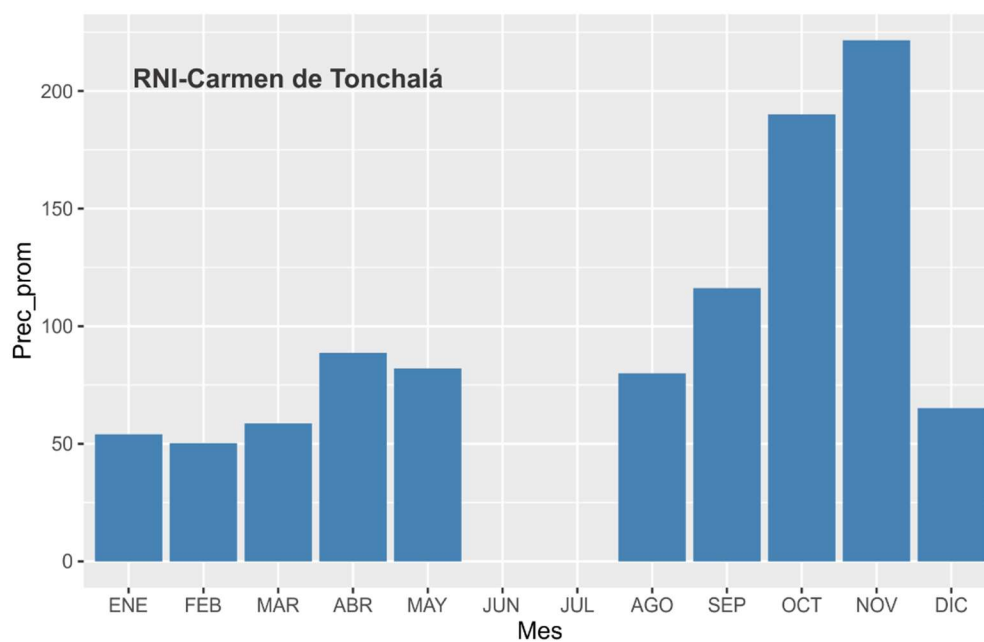


Figura 20. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Carmen de Tonchalá

2.4 RNI-Duitama

Tabla 5. Estadística descriptiva estación RNI-Duitama

Parámetro	H2	O18	d
Media	-51.0	-7.47	8.8
Mediana	-43.9	-6.67	8.7
Desviación estándar	33.8	4.28	2.6
Curtosis	0.0	-0.01	-0.6
Coefficiente de asimetría	-0.5	-0.47	0.4
Rango	150.6	19.40	10.4
Mínimo	-137.3	-18.48	5.1
Máximo	13.3	0.92	15.5
Datos utilizados	47	47	47
Datos descartados	25	25	25
Promedio aritmético	-51.0	-7.47	8.8
Promedio ponderado	-58.0	-8.38	9.1

NOTA: Valores en notación delta, en por mil respecto al VSMOW

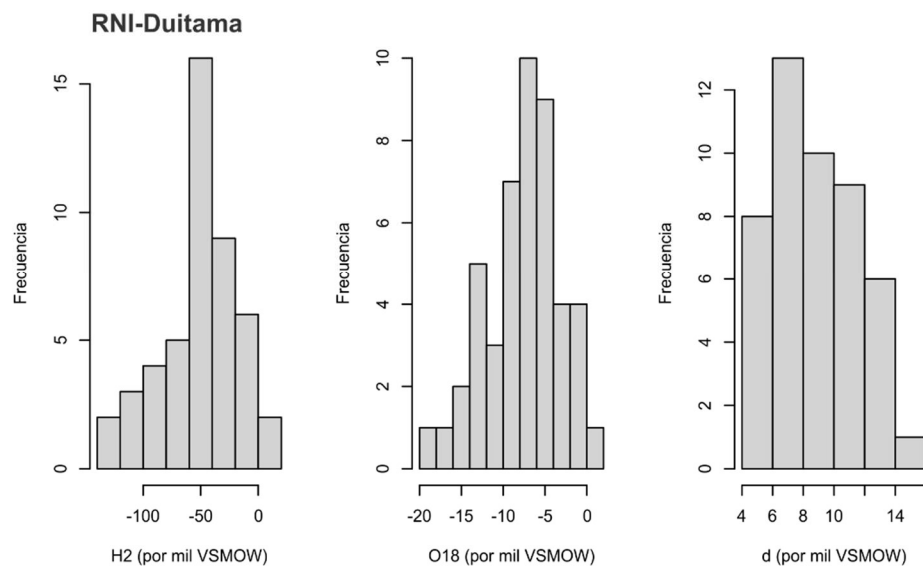


Figura 21. Histogramas, estación RNI-Duitama

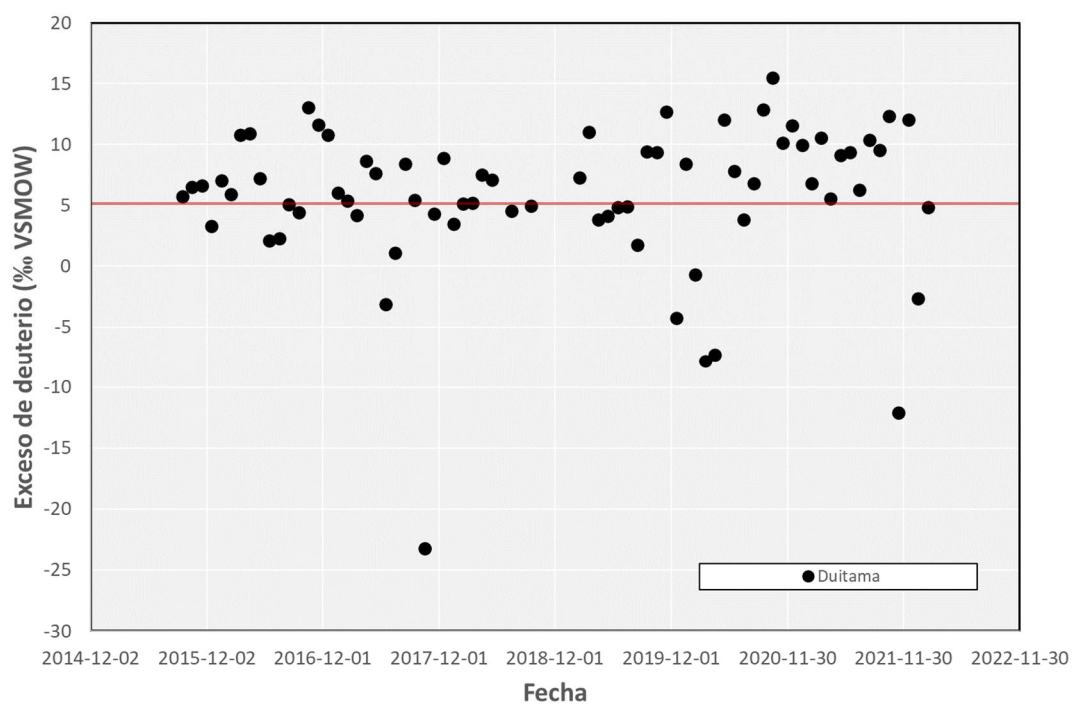


Figura 22. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Duitama

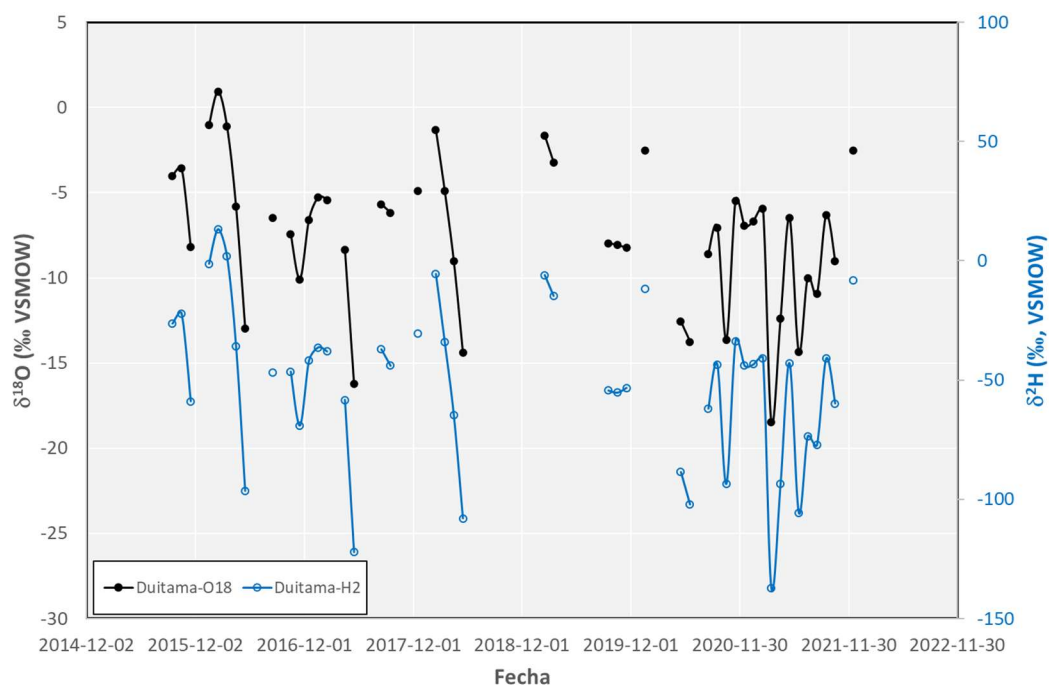


Figura 23. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Duitama

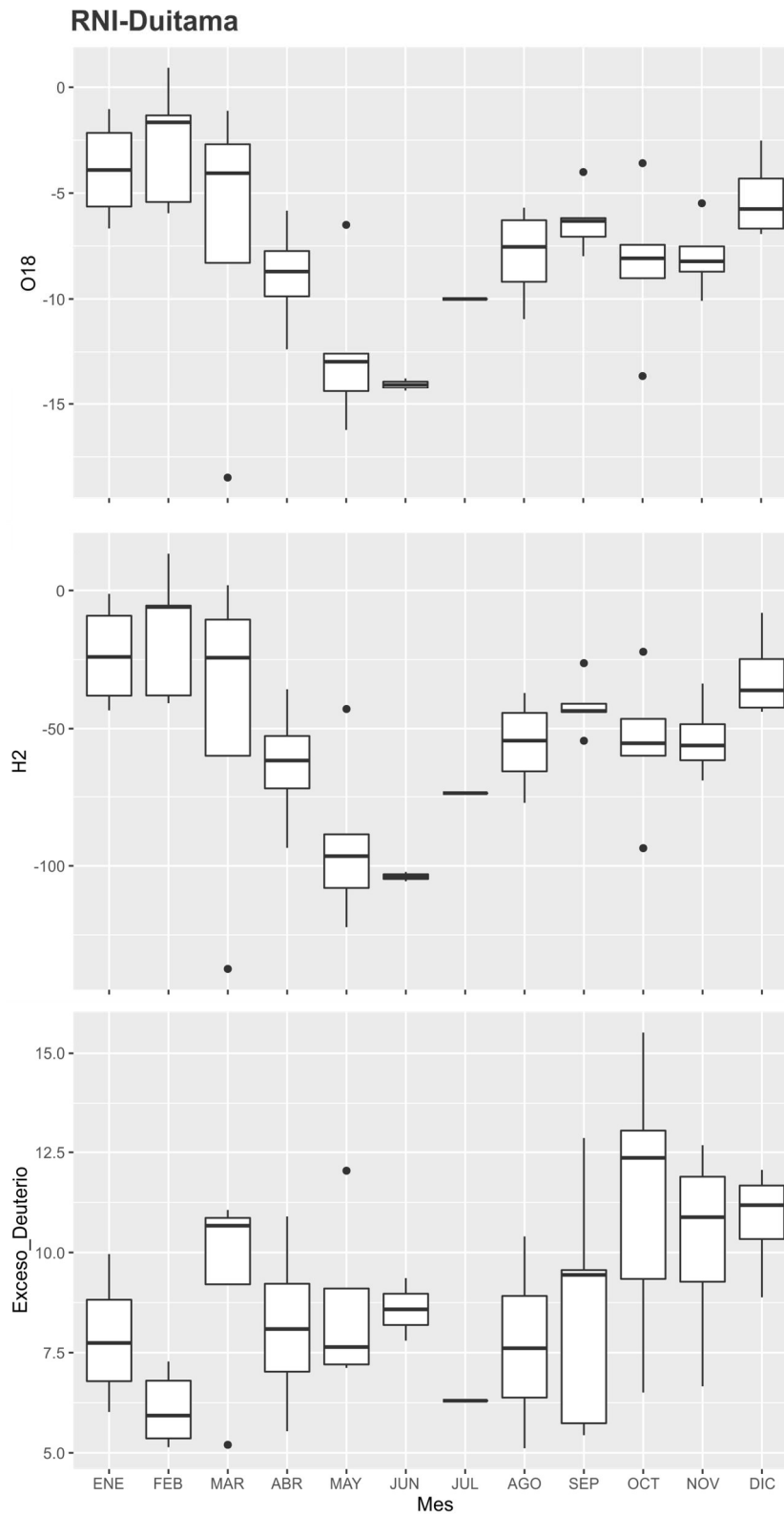


Figura 24. Variación mensual, estación RNI-Duitama

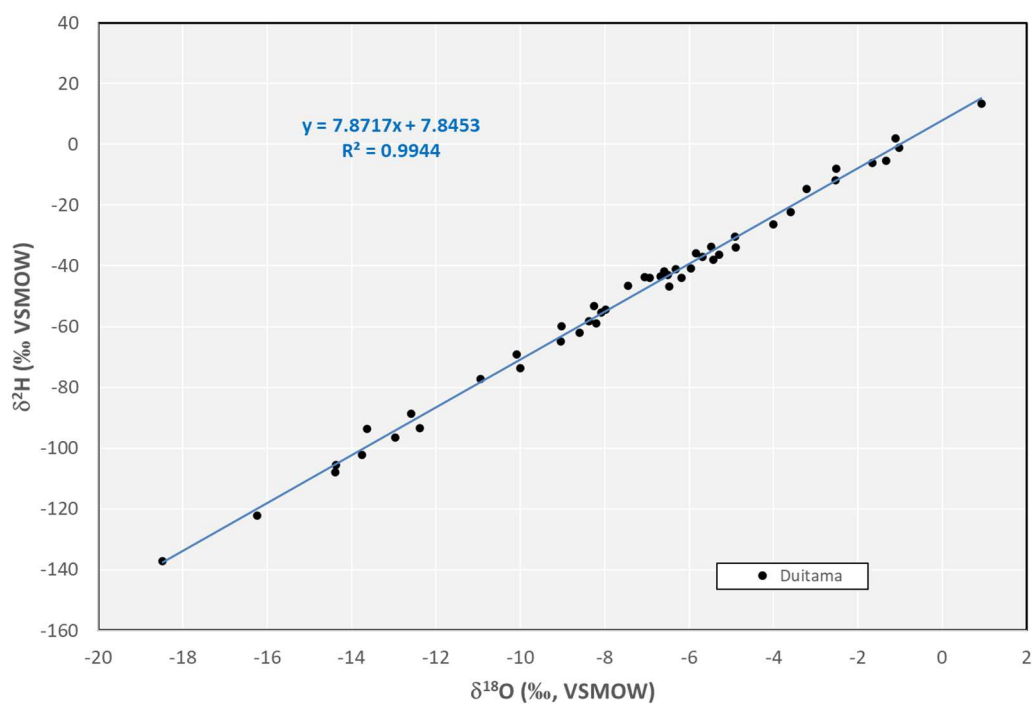


Figura 25. Recta meteórica local, estación RNI-Duitama

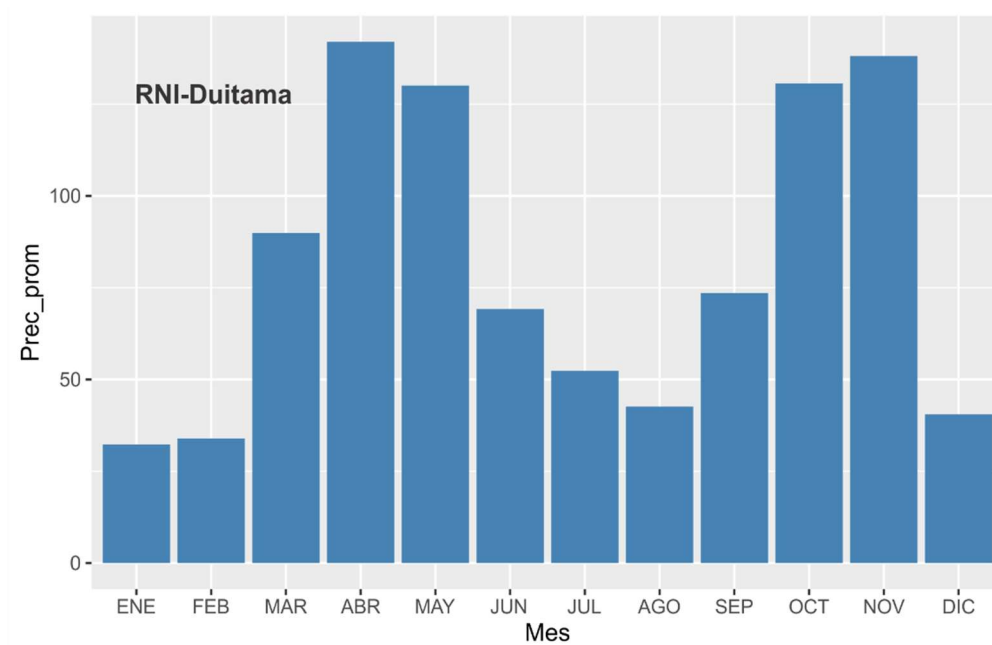


Figura 26. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Duitama

2.5 RNI-Ibagué

Tabla 6. Estadística descriptiva estación RNI-Ibagué

Parámetro	H2	O18	d
Media	-45.9	-6.99	10.0
Mediana	-49.1	-6.98	9.9
Desviación estándar	31.2	3.88	2.3
Curtosis	-0.7	-0.53	1.8
Coefficiente de asimetría	-0.2	-0.29	0.6
Rango	122.0	16.48	13.7
Mínimo	-115.9	-16.87	5.4
Máximo	6.1	-0.39	19.1
Datos utilizados	81	81	81
Datos descartados	9	9	9
Promedio aritmético	-45.9	-6.99	10.0
Promedio ponderado	-50.9	-7.62	10.1

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

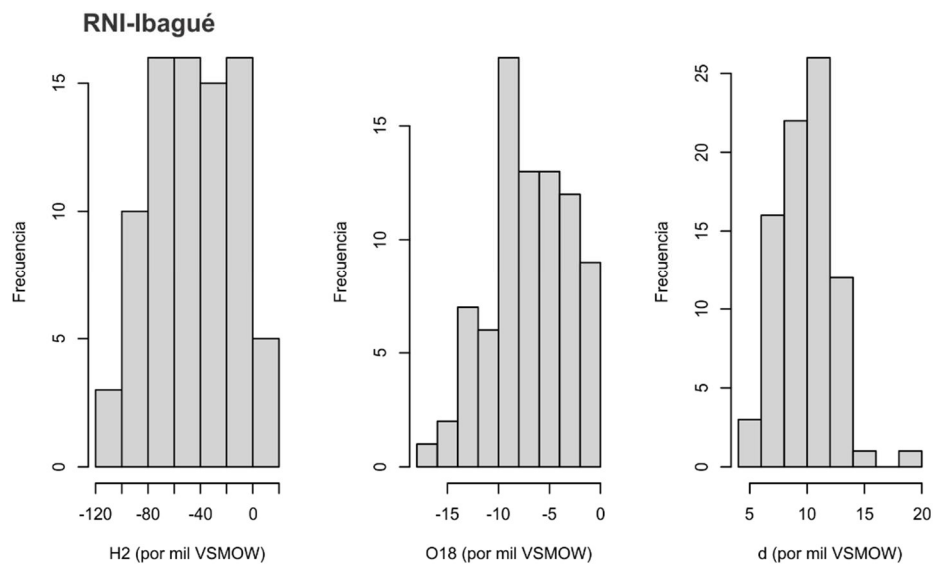


Figura 27. Histogramas, estación RNI-Ibagué

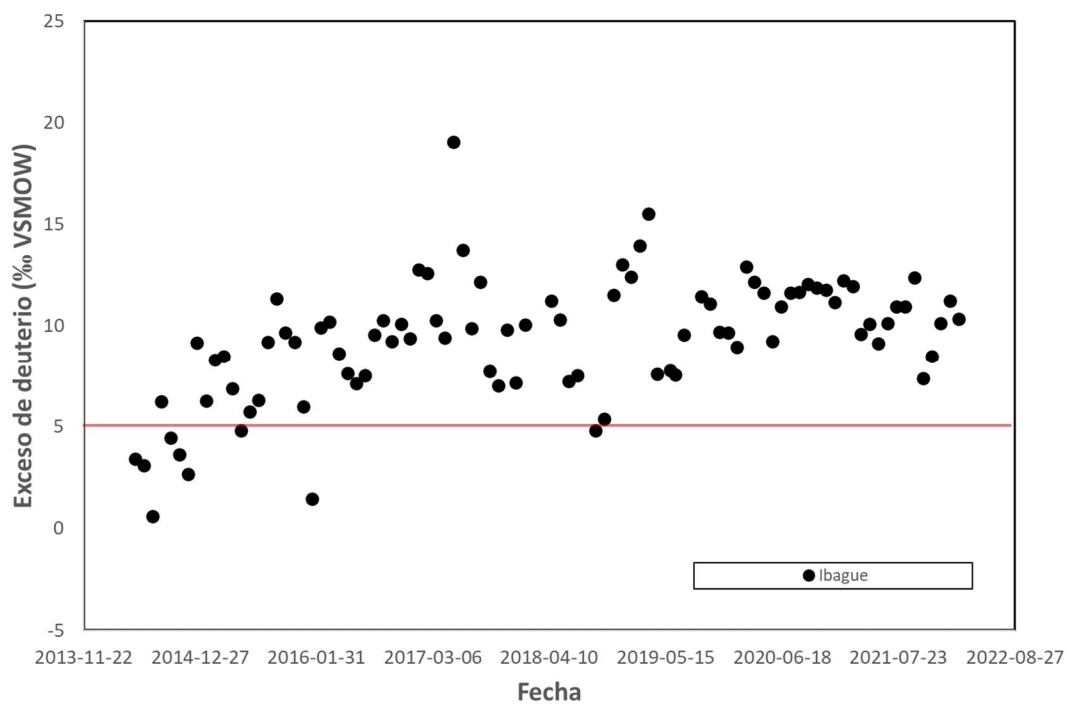


Figura 28. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Ibagué

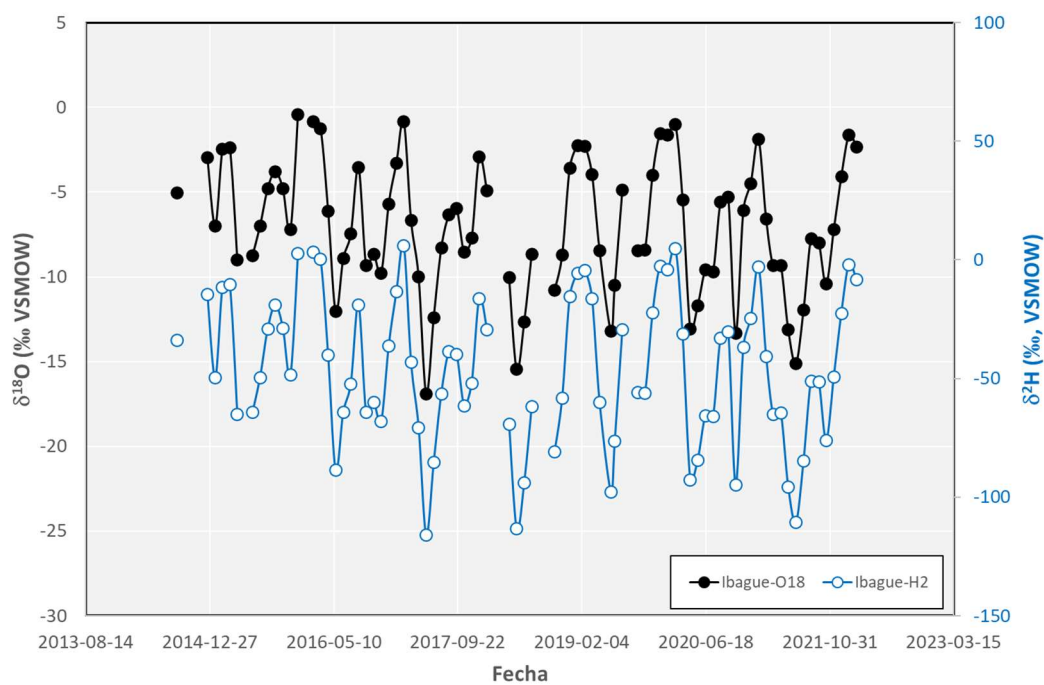


Figura 29. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Ibagué

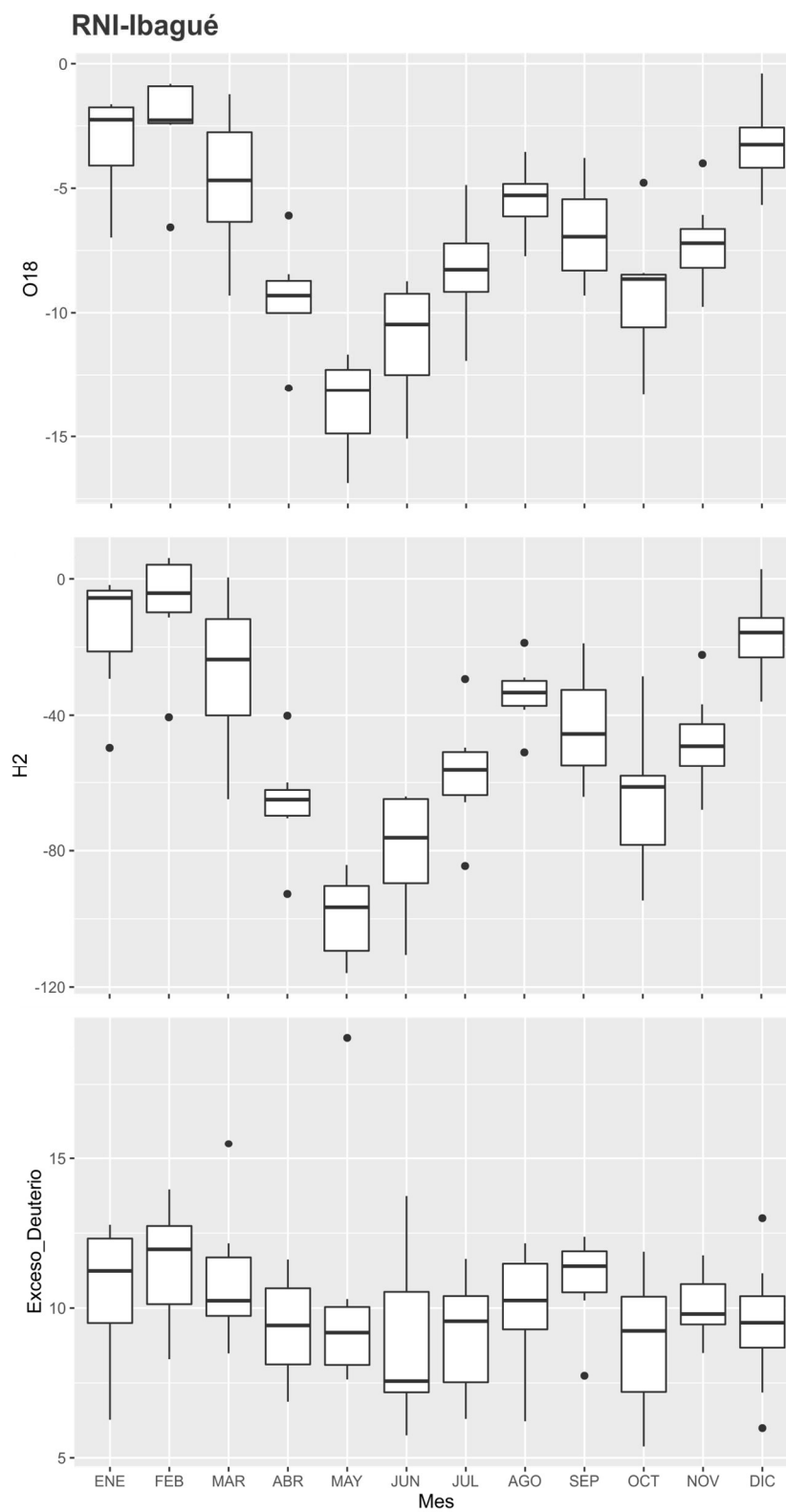


Figura 30. Variación mensual, estación RNI-Ibagué

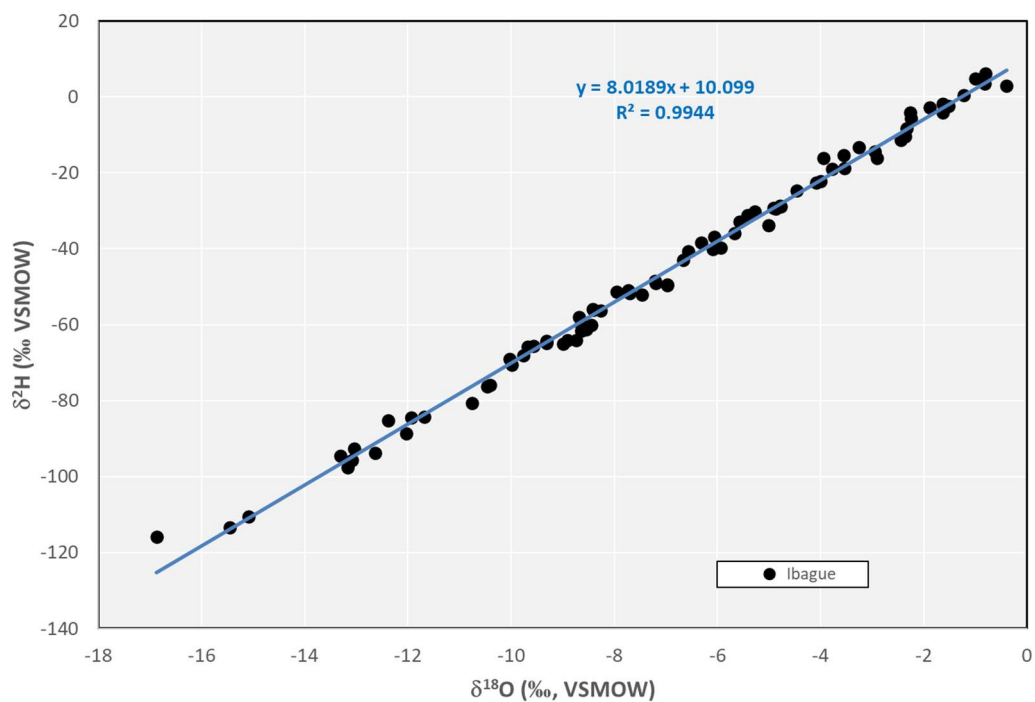


Figura 31. Recta meteórica local, estación RNI-Ibagué

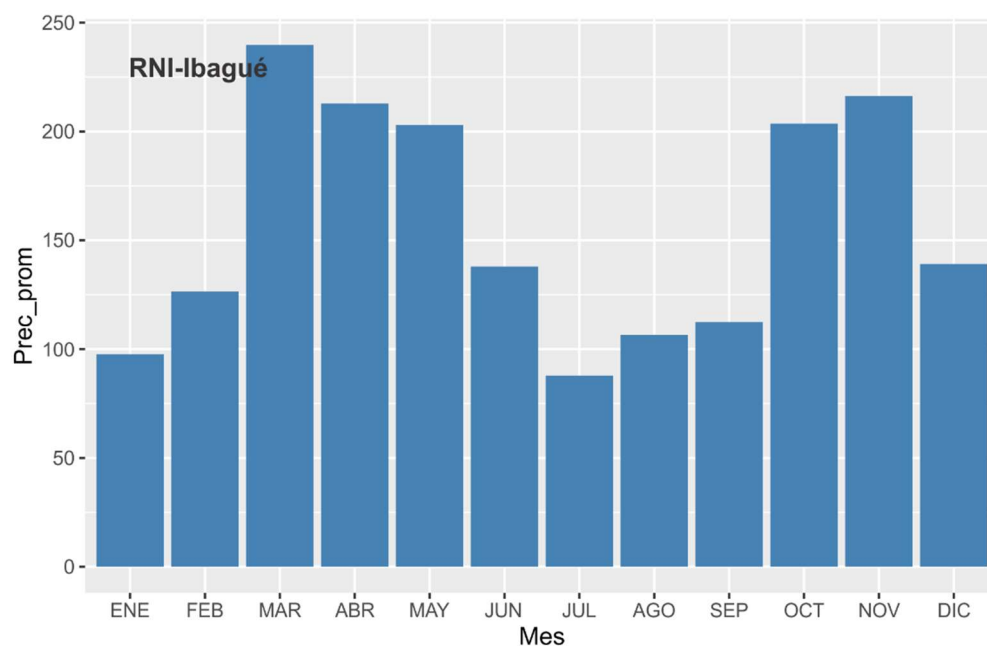


Figura 32. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Ibagué

2.6 RNI-La Macarena

Tabla 7. Estadística descriptiva estación RNI-La Macarena

Parámetro	H2	O18	d
Media	-23.8	-4.11	9.0
Mediana	-22.4	-4.05	8.2
Desviación estándar	18.2	2.38	3.4
Curtosis	0.8	1.53	-1.5
Coefficiente de asimetría	-0.2	-0.54	0.5
Rango	71.2	9.68	9.0
Mínimo	-60.9	-9.46	5.7
Máximo	10.3	0.22	14.8
Datos utilizados	13	13	13
Datos descartados	8	8	8
Promedio aritmético	-23.8	-4.11	9.0
Promedio ponderado	-29.1	-4.84	9.6

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

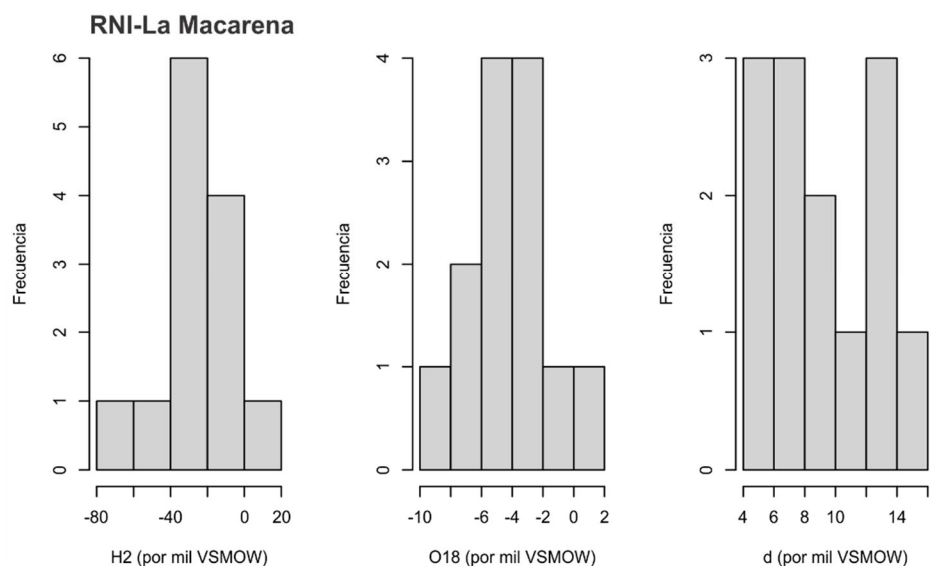


Figura 33. Histogramas, estación RNI-La Macarena

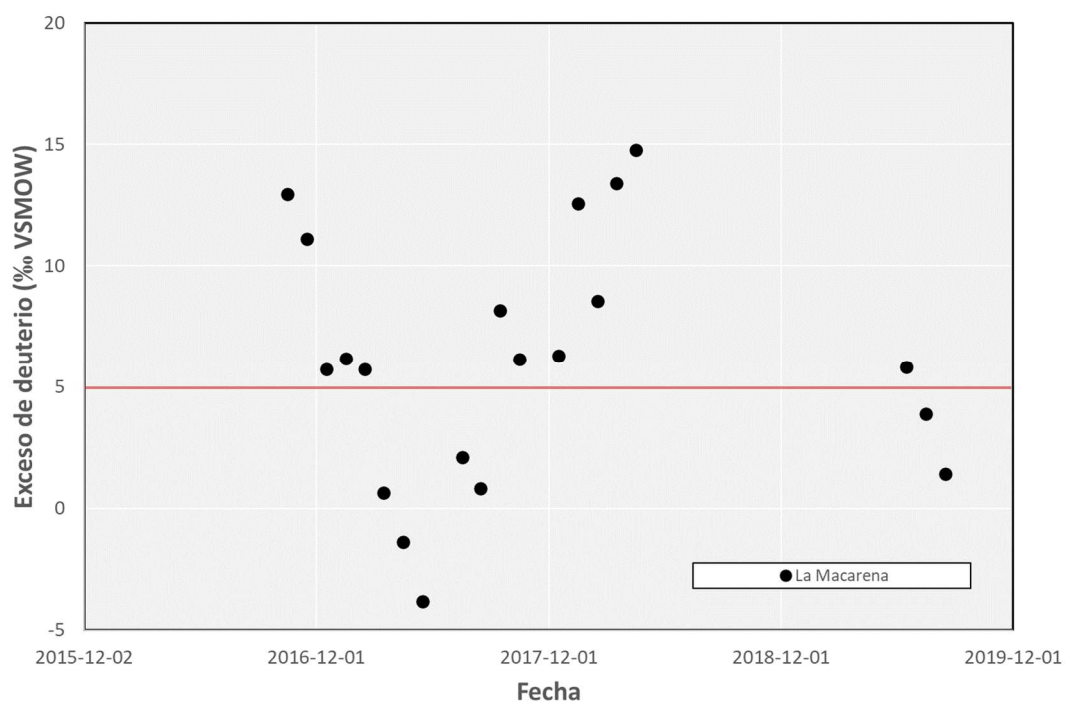


Figura 34. Exceso de deuterio (d), estación RNI-La Macarena

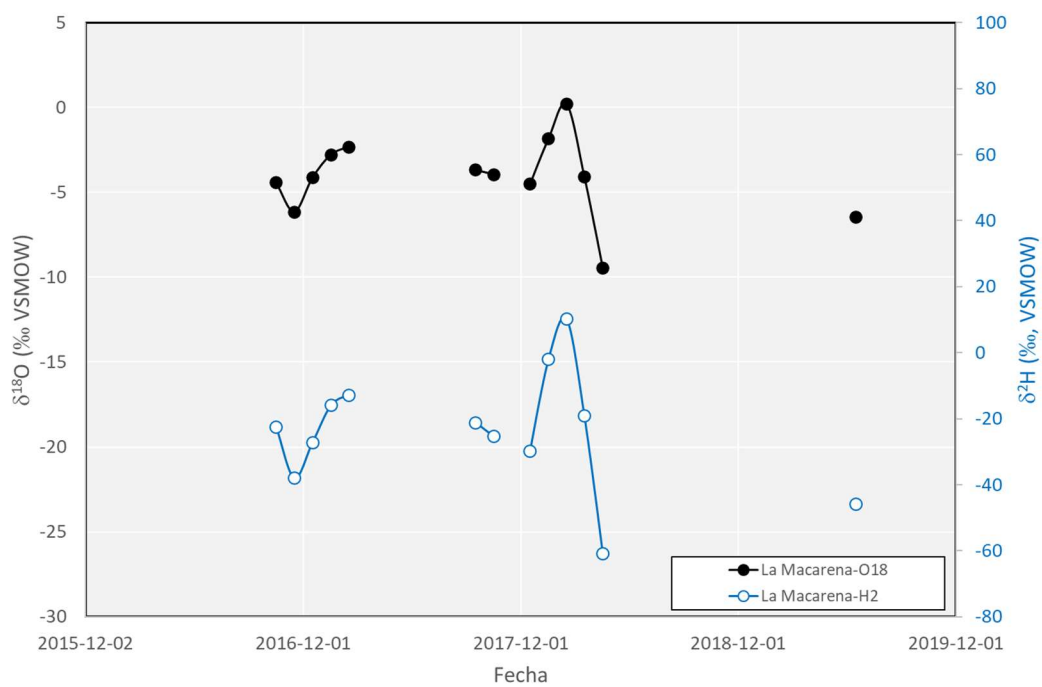


Figura 35. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-La Macarena

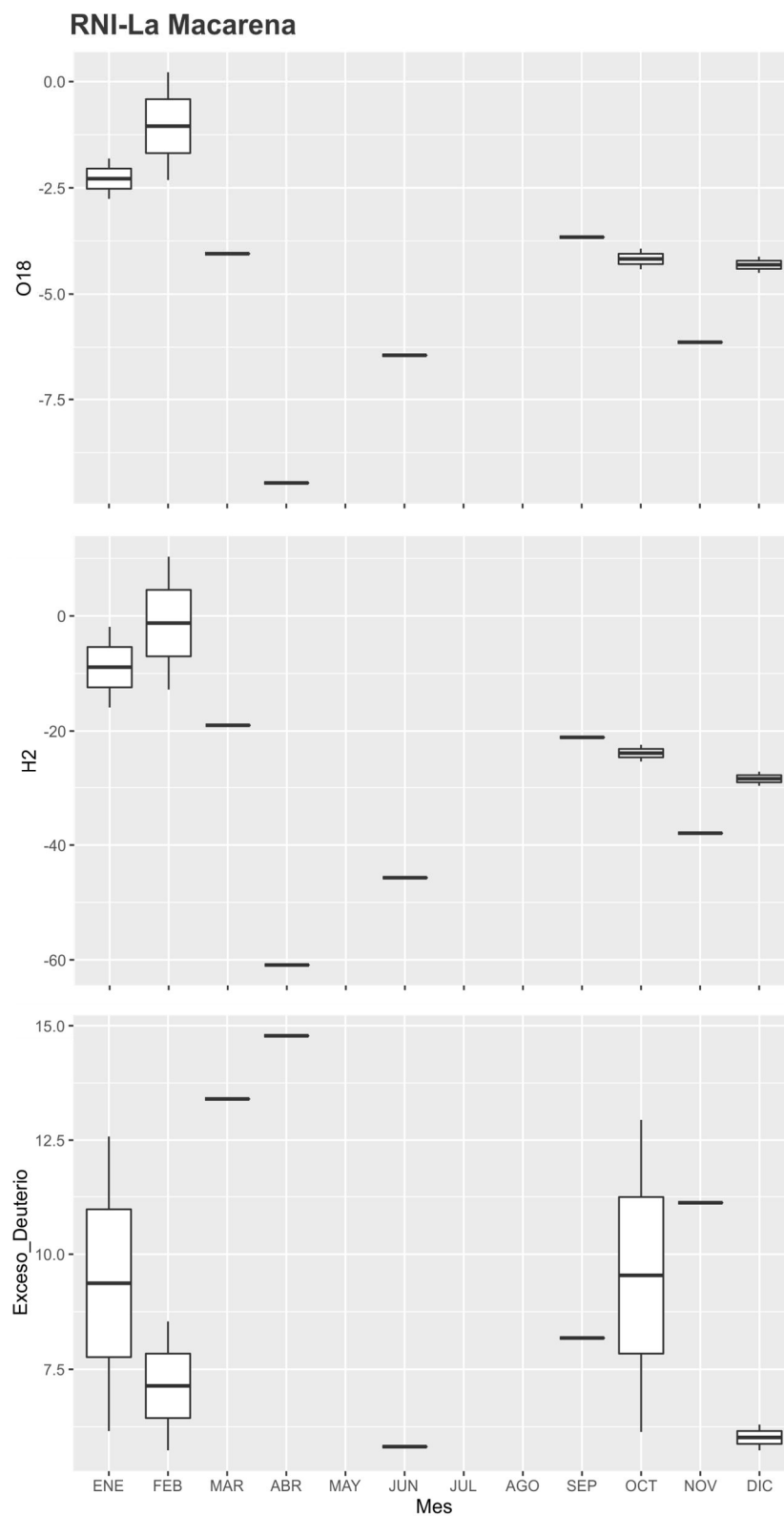


Figura 36. Variación mensual, estación RNI-La Macarena

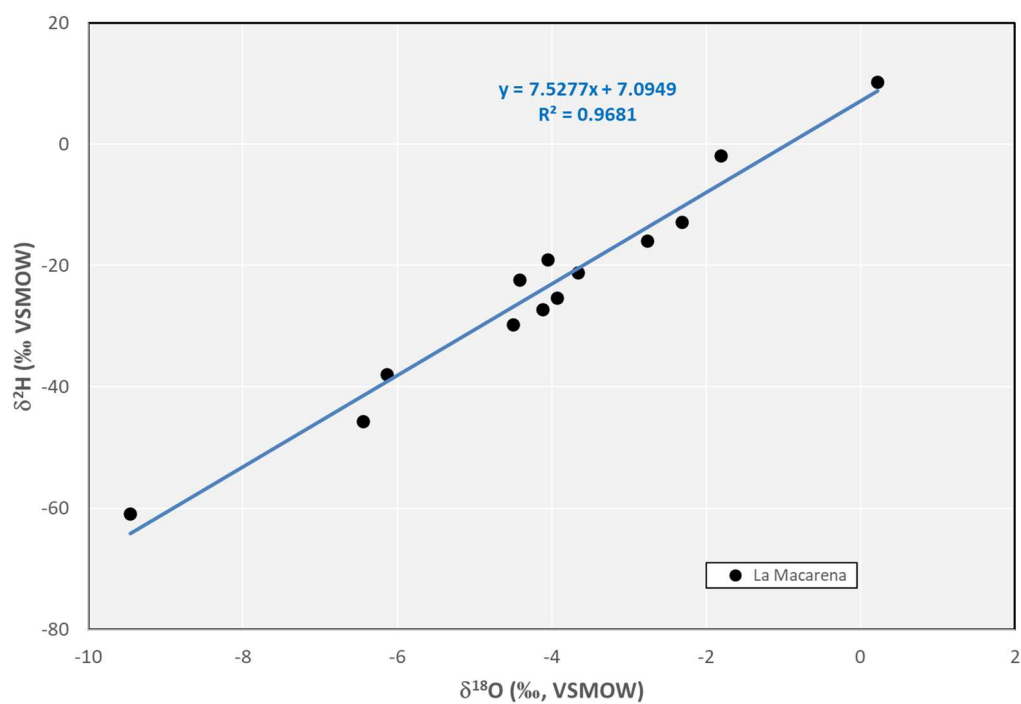


Figura 37. Recta meteórica local, estación RNI-La Macarena

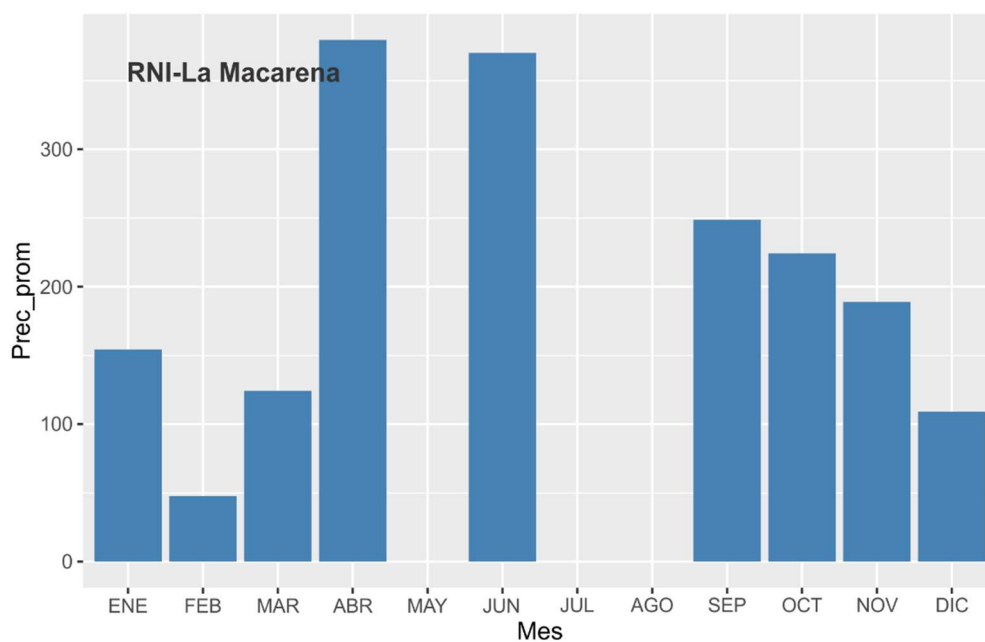


Figura 38. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-La Macarena

2.7 RNI-Pasto

Tabla 8. Estadística descriptiva estación RNI-Pasto

Parámetro	H2	O18	d
Media	-71.9	-10.12	9.0
Mediana	-70.0	-9.92	8.7
Desviación estándar	27.6	3.40	2.3
Curtosis	0.4	0.47	0.4
Coefficiente de asimetría	-0.3	-0.39	0.6
Rango	128.9	15.69	10.6
Mínimo	-139.1	-18.45	5.1
Máximo	-10.2	-2.76	15.7
Datos utilizados	57	57	57
Datos descartados	35	35	35
Promedio aritmético	-71.9	-10.12	9.0
Promedio ponderado	-76.8	-10.72	9.0

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

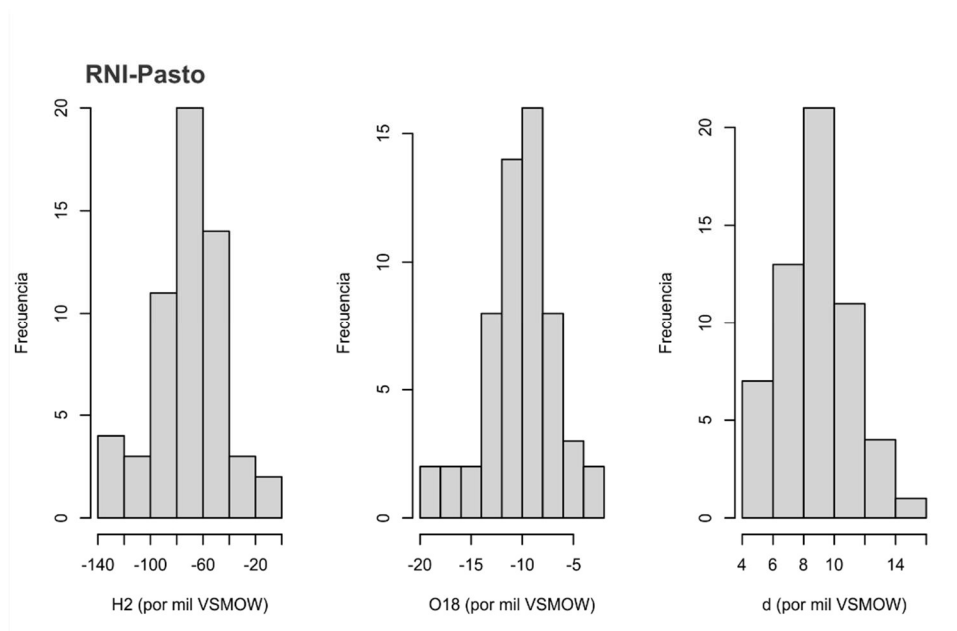


Figura 39. Histogramas, estación RNI-Pasto

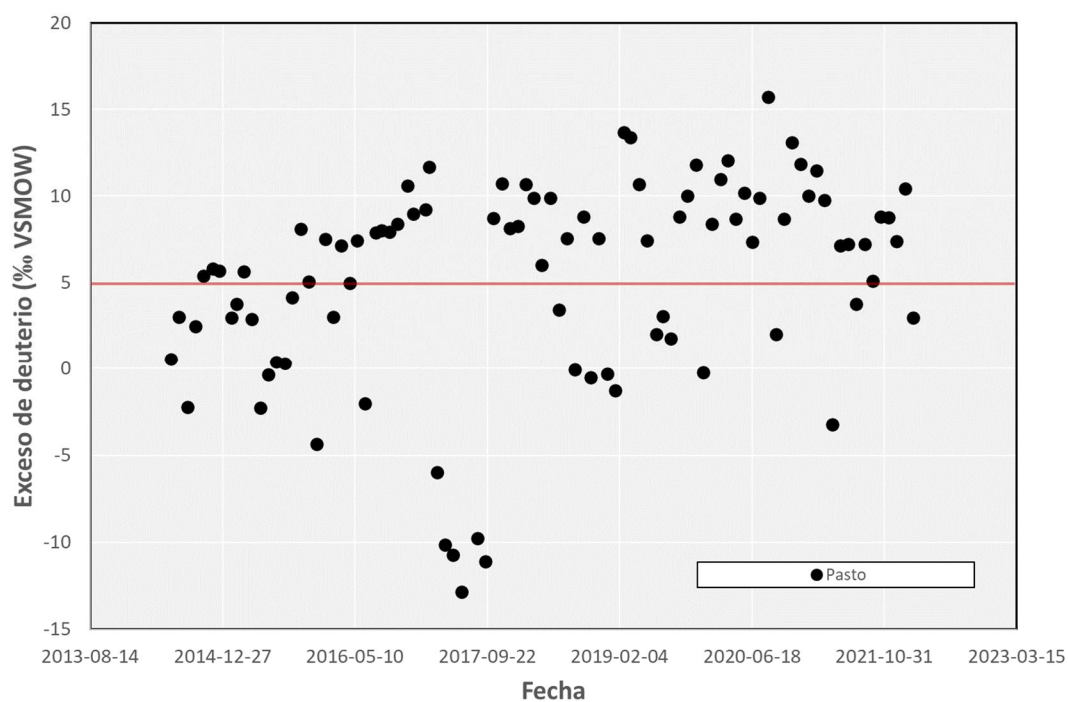


Figura 40. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Pasto

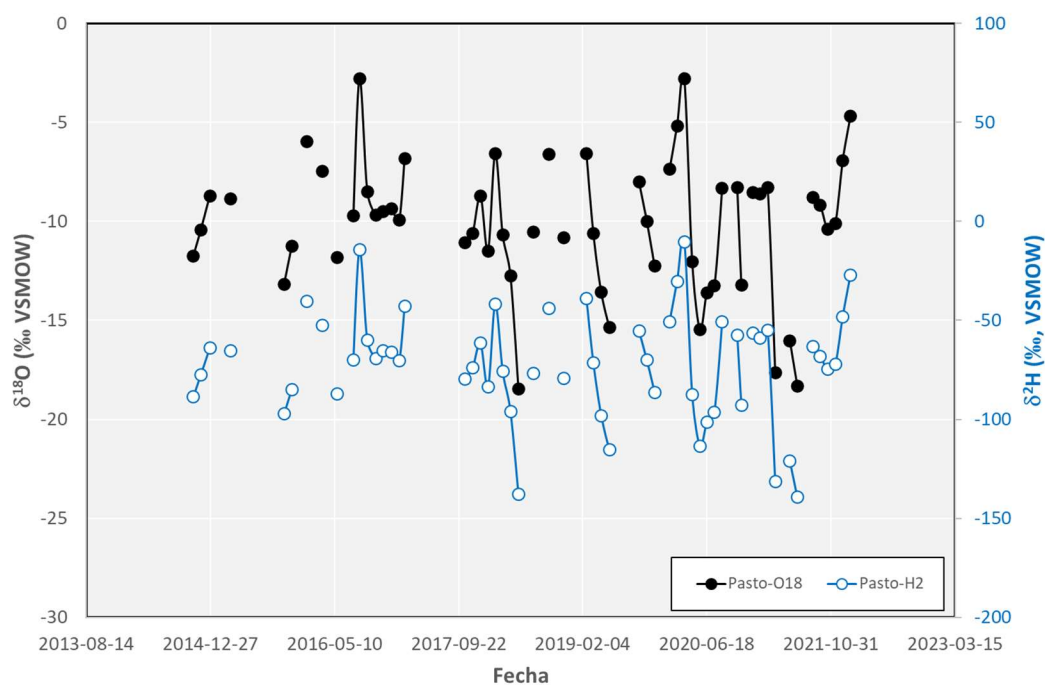


Figura 41. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Pasto

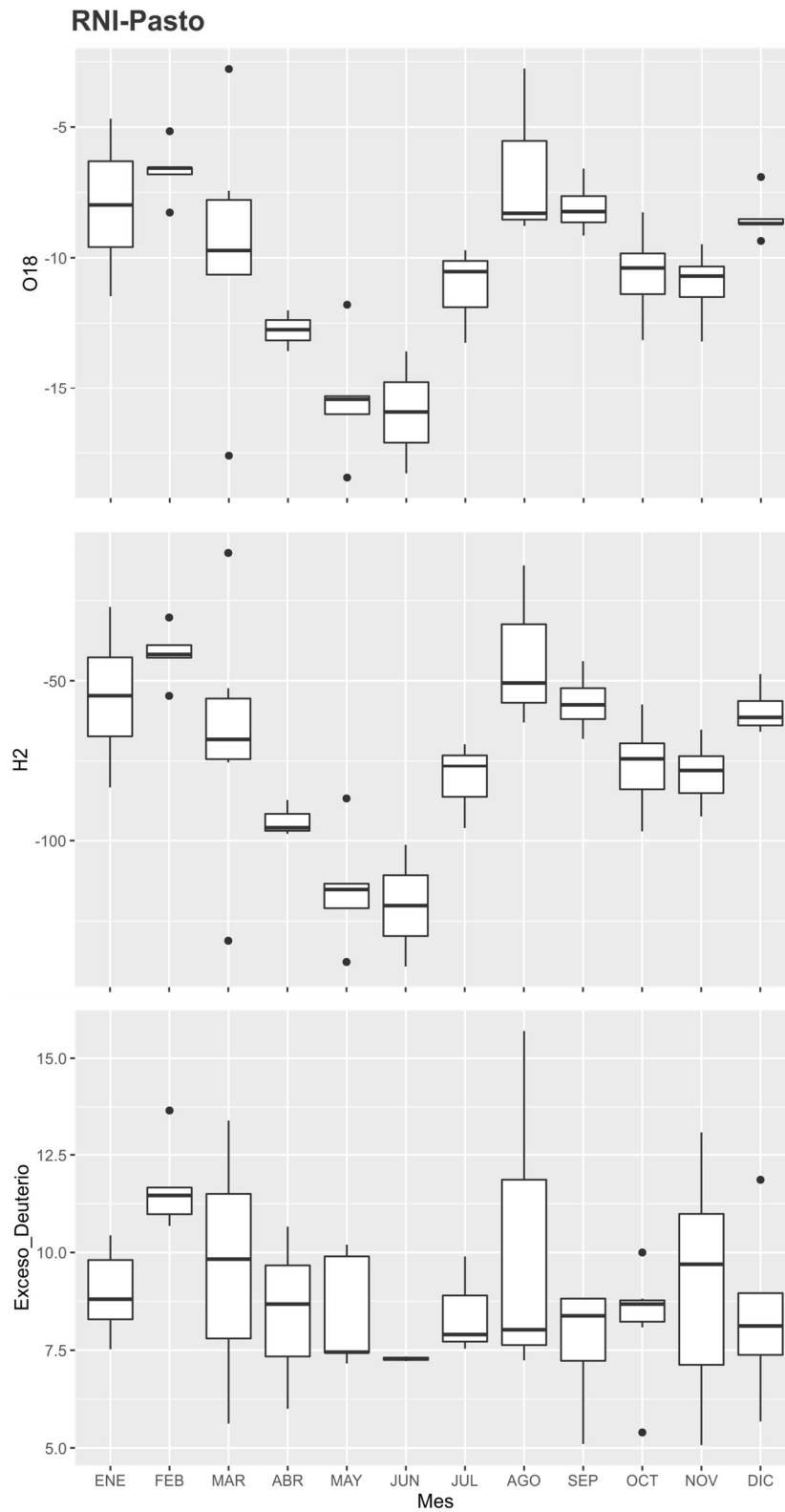


Figura 42. Variación mensual, estación RNI-Pasto

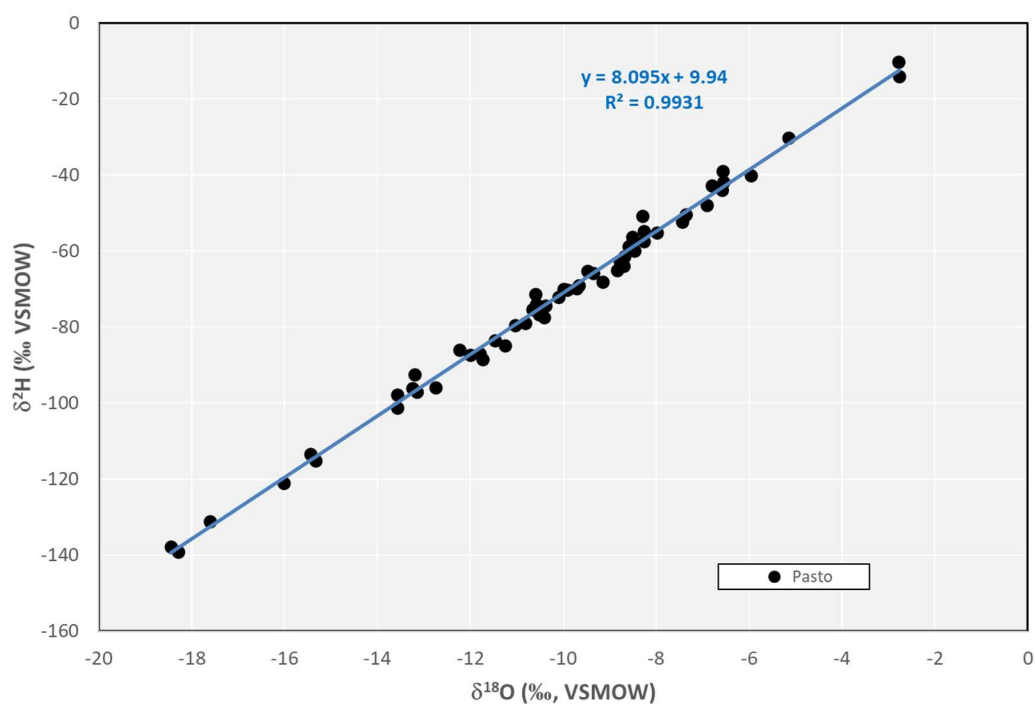


Figura 43. Recta meteórica local, estación RNI-Pasto

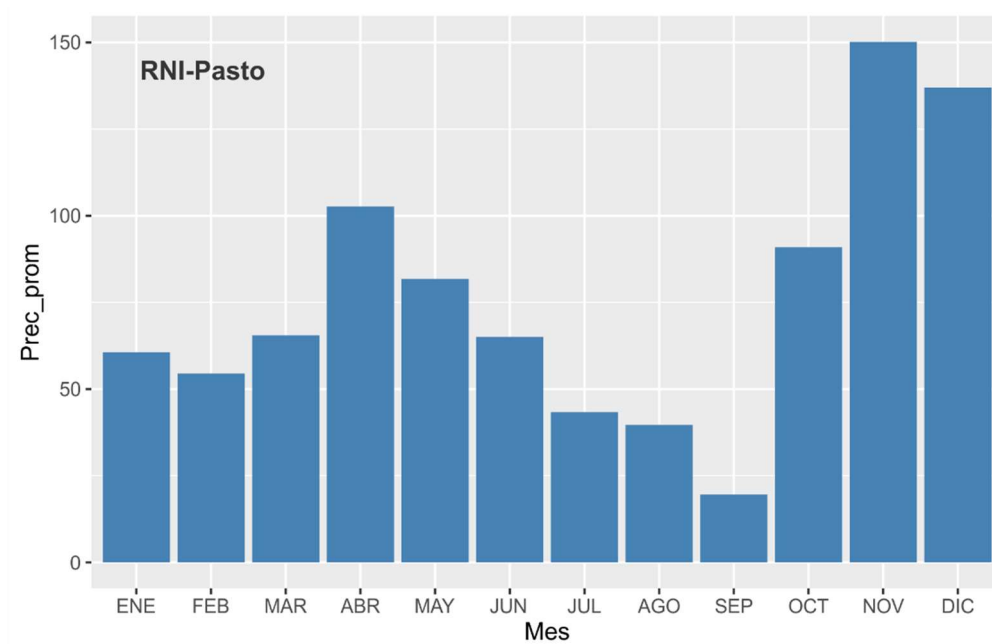


Figura 44. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Pasto

2.8 RNI-Pereira

Tabla 9. Estadística descriptiva estación RNI-Pereira

Parámetro	H2	O18	d
Media	-62.1	-9.10	10.7
Mediana	-63.2	-9.56	10.5
Desviación estándar	30.2	3.83	3.2
Curtosis	-0.1	-0.02	0.4
Coefficiente de asimetría	-0.2	-0.21	0.6
Rango	140.2	18.18	14.9
Mínimo	-143.0	-19.75	5.0
Máximo	-2.7	-1.57	19.9
Datos utilizados	73	73	73
Datos descartados	18	18	18
Promedio aritmético	-62.1	-9.10	10.7
Promedio ponderado	-67.3	-9.79	11.1

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

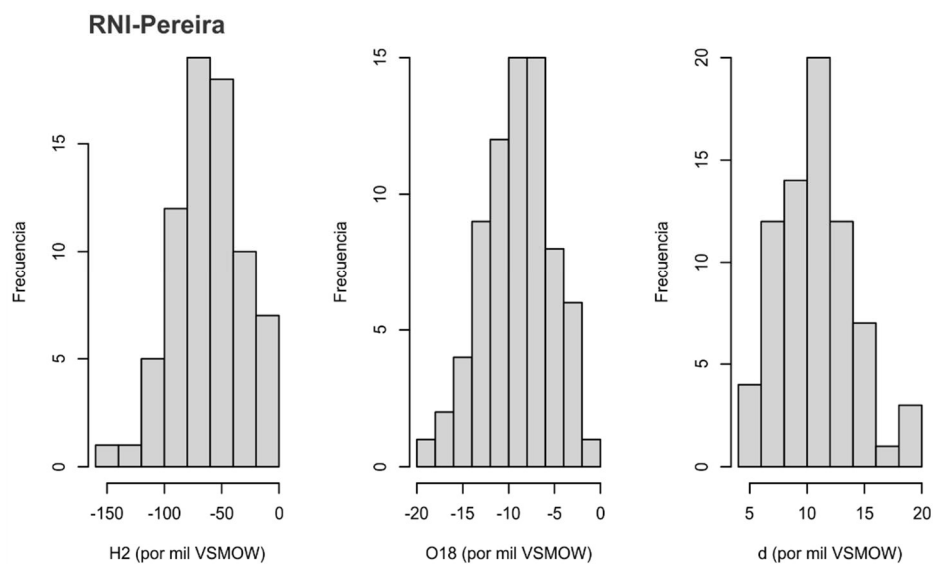


Figura 45. Histogramas, estación RNI-Pereira

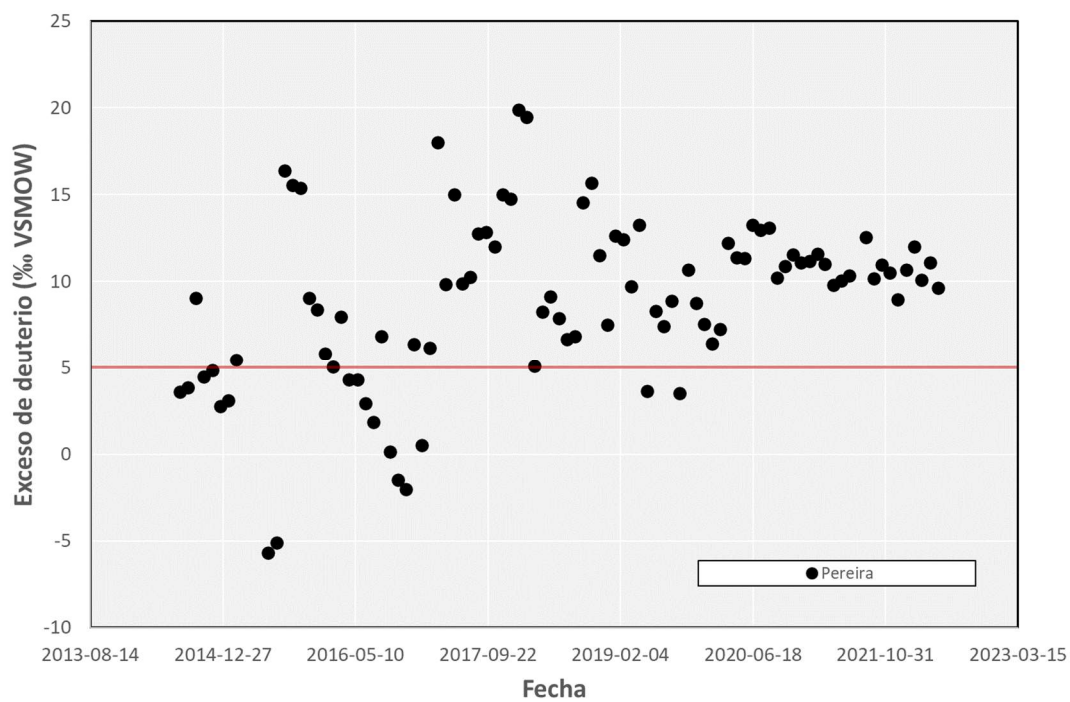


Figura 46. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Pereira

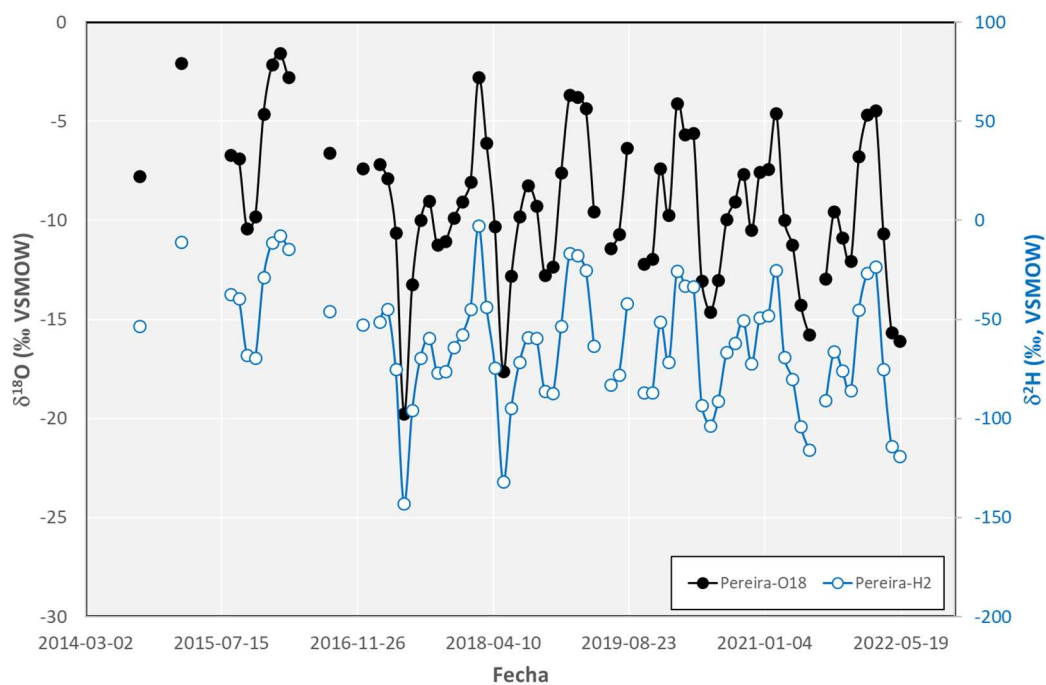


Figura 47. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Pereira

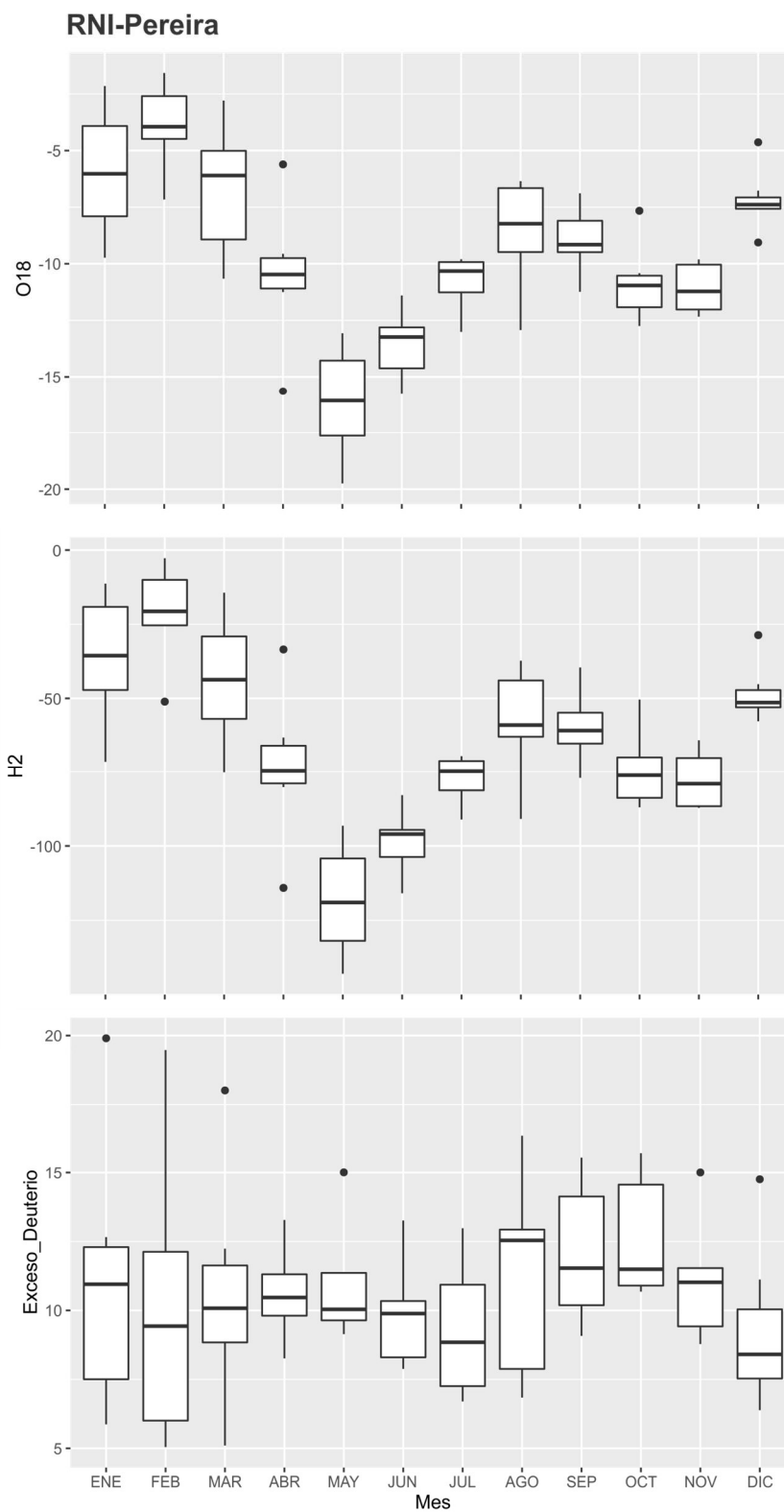


Figura 48. Variación mensual, estación RNI-Pereira

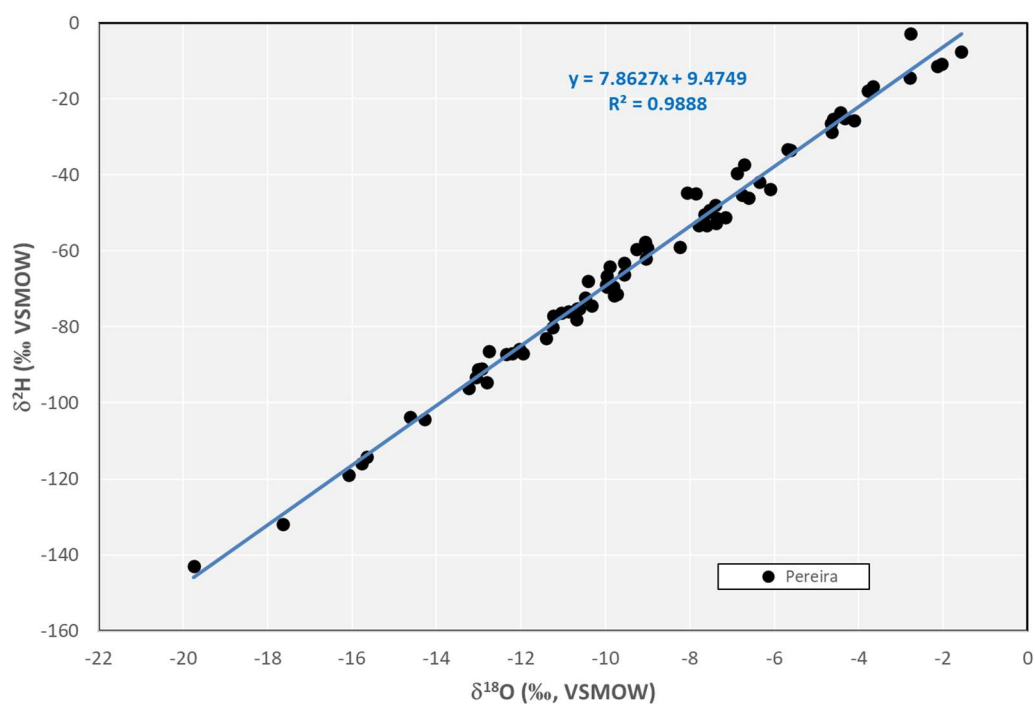


Figura 49. Recta meteórica local, estación RNI-Pereira

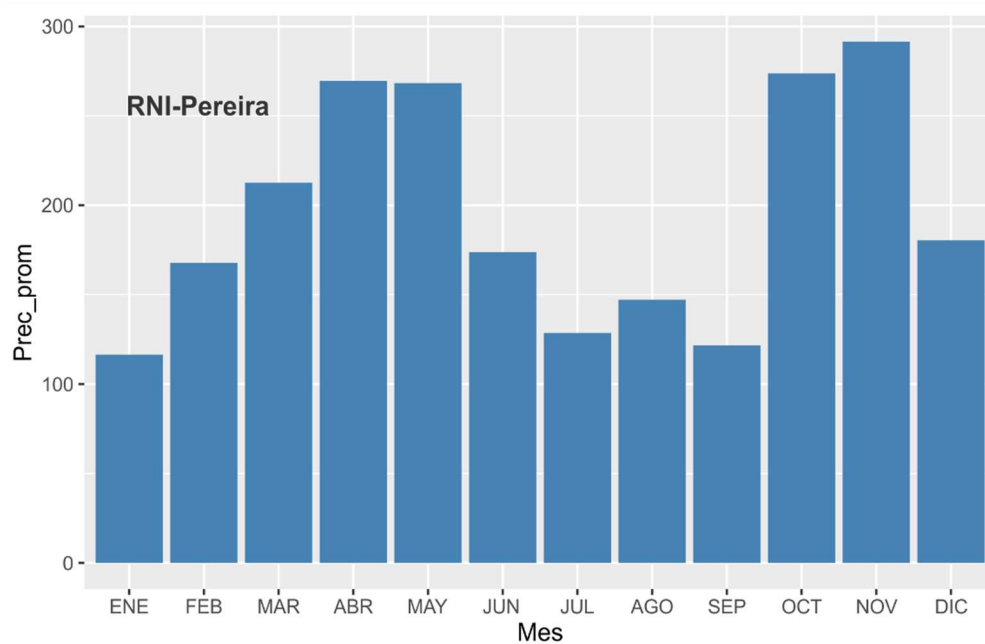


Figura 50. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Pereira

2.9 RNI-Santiago de Cali

Tabla 10. Estadística descriptiva estación RNI-Santiago de Cali

Parámetro	H2	O18	d
Media	-70.4	-10.25	11.6
Mediana	-69.3	-9.92	11.3
Desviación estándar	27.5	3.60	3.0
Curtosis	1.7	1.86	0.2
Coefficiente de asimetría	-0.5	-0.51	0.5
Rango	146.7	19.38	14.2
Mínimo	-159.3	-22.20	5.8
Máximo	-12.6	-2.82	20.0
Datos utilizados	49	49	49
Datos descartados	6	6	6
Promedio aritmético	-70.4	-10.25	11.6
Promedio ponderado	-73.5	-10.65	11.7

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

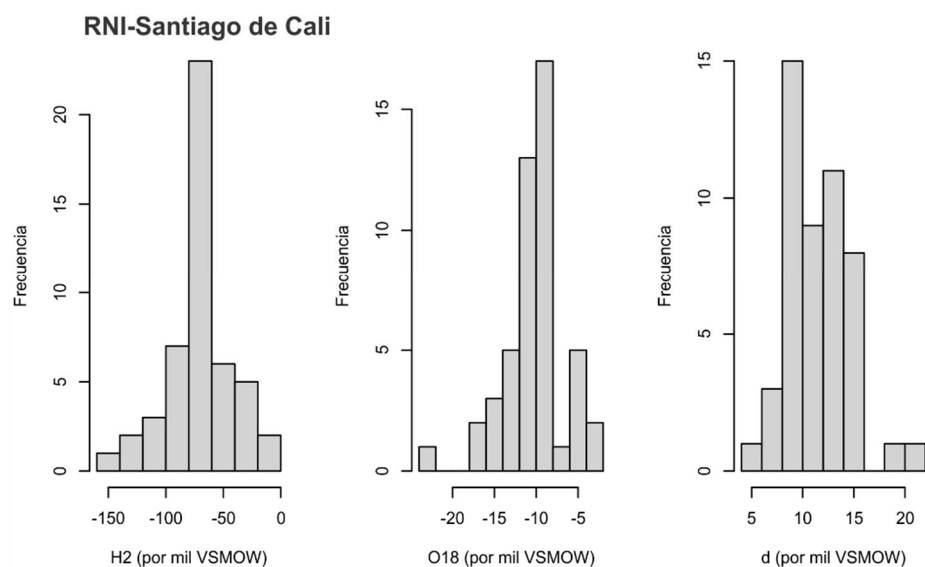


Figura 51. Histogramas, estación RNI-Santiago de Cali

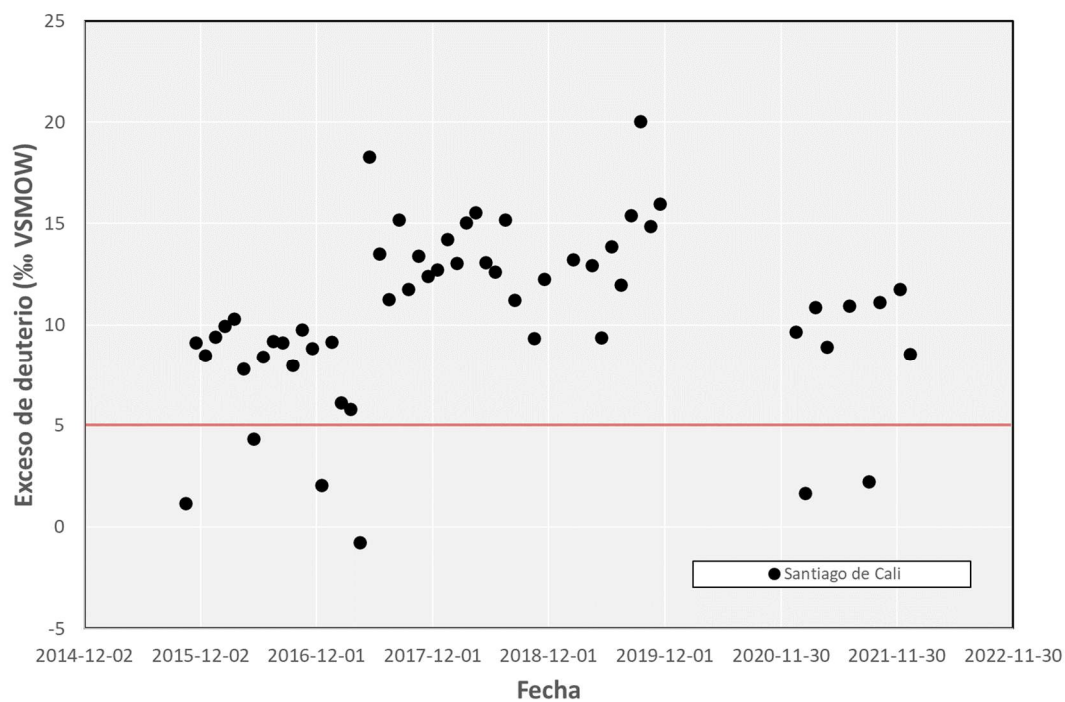


Figura 52. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Santiago de Cali

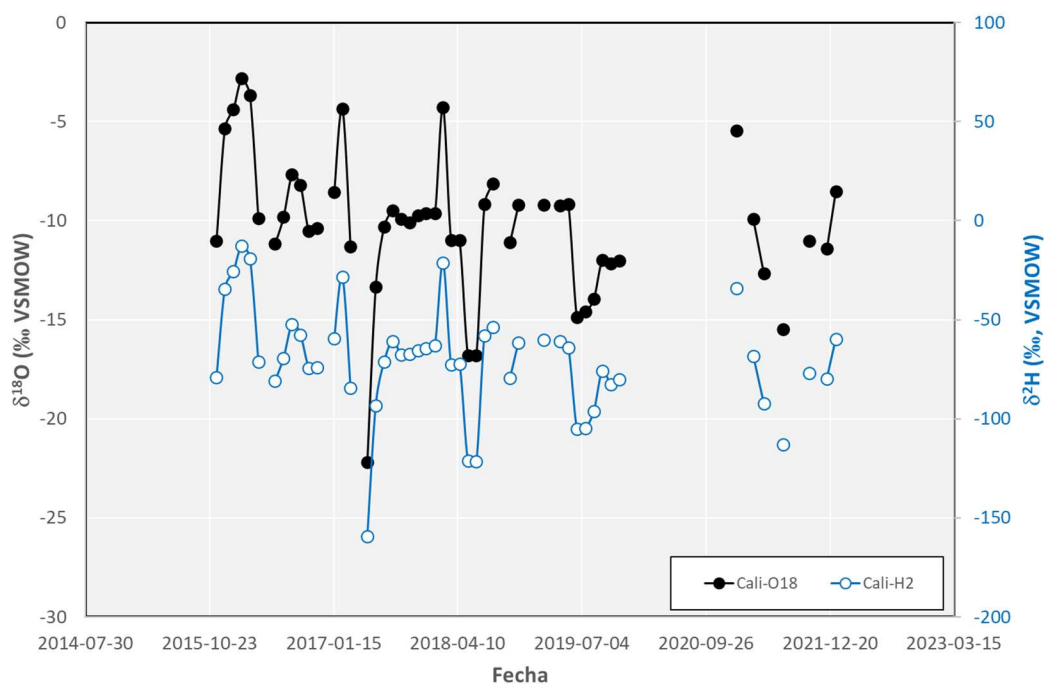


Figura 53. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Santiago de Cali

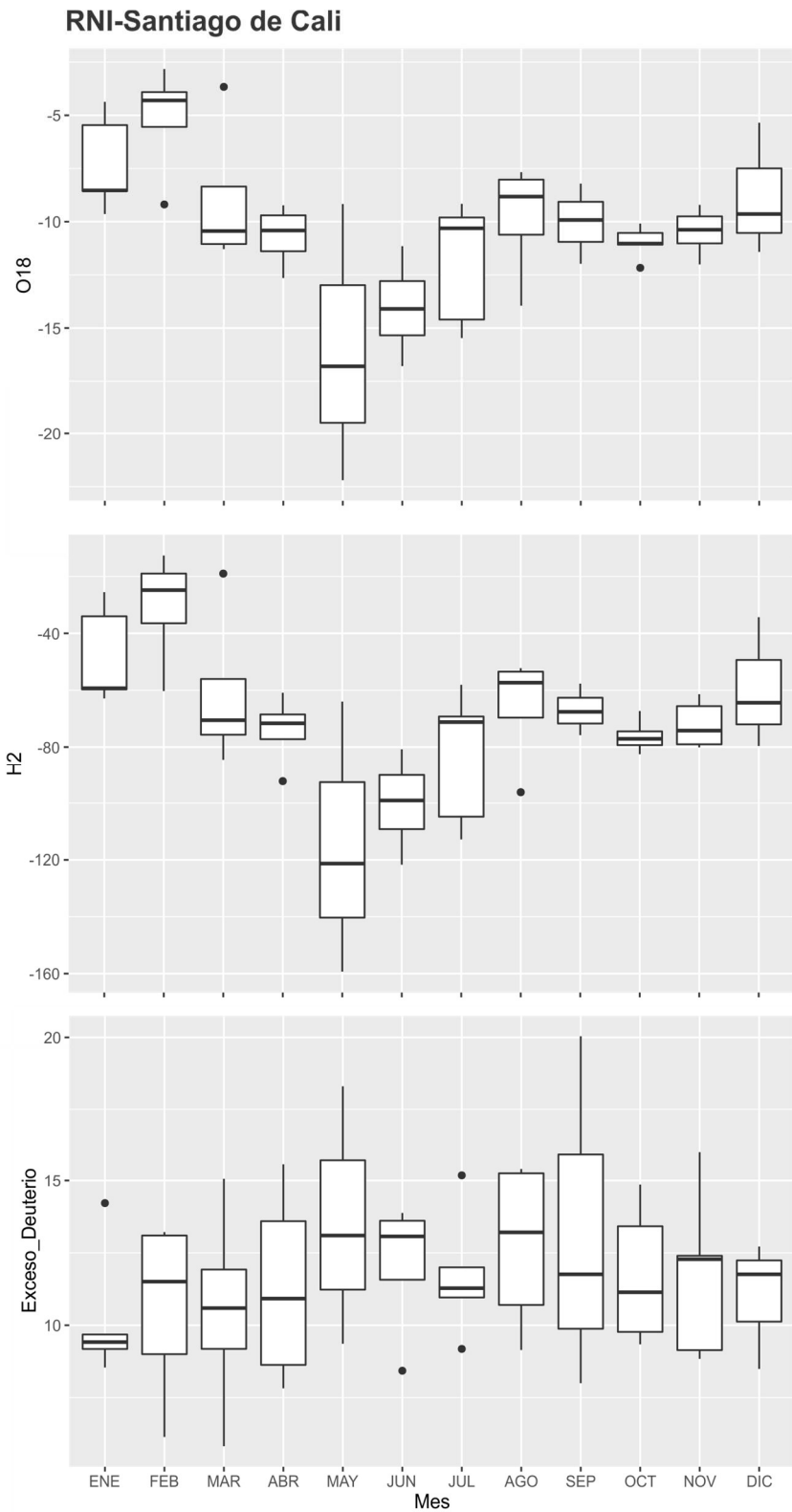


Figura 54. Variación mensual, estación RNI-Santiago de Cali

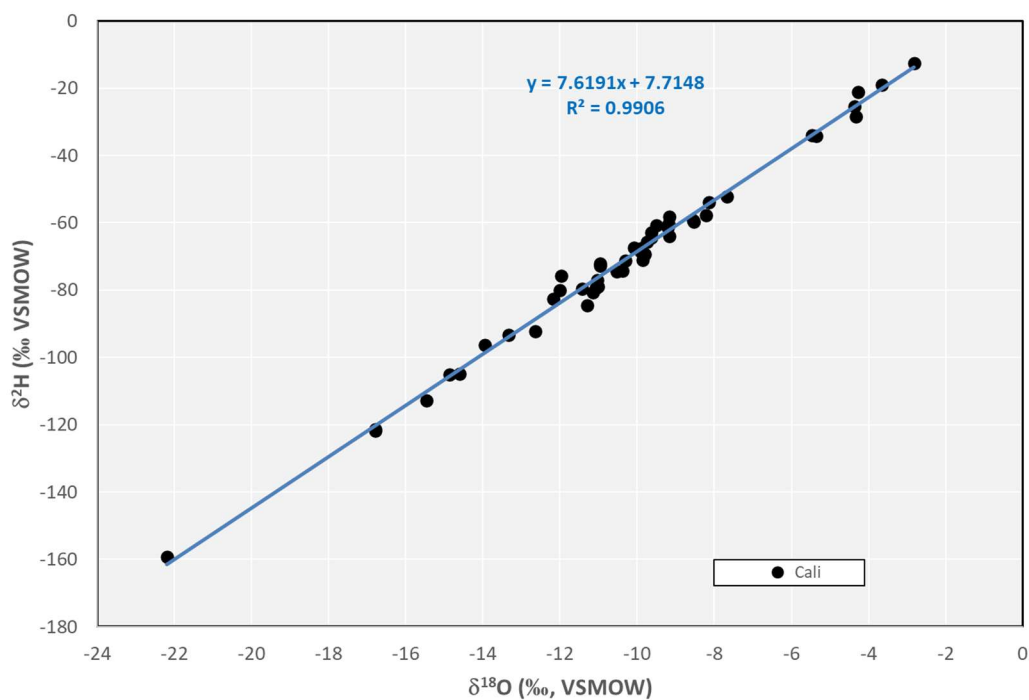


Figura 55. Recta meteórica local, estación RNI-Santiago de Cali

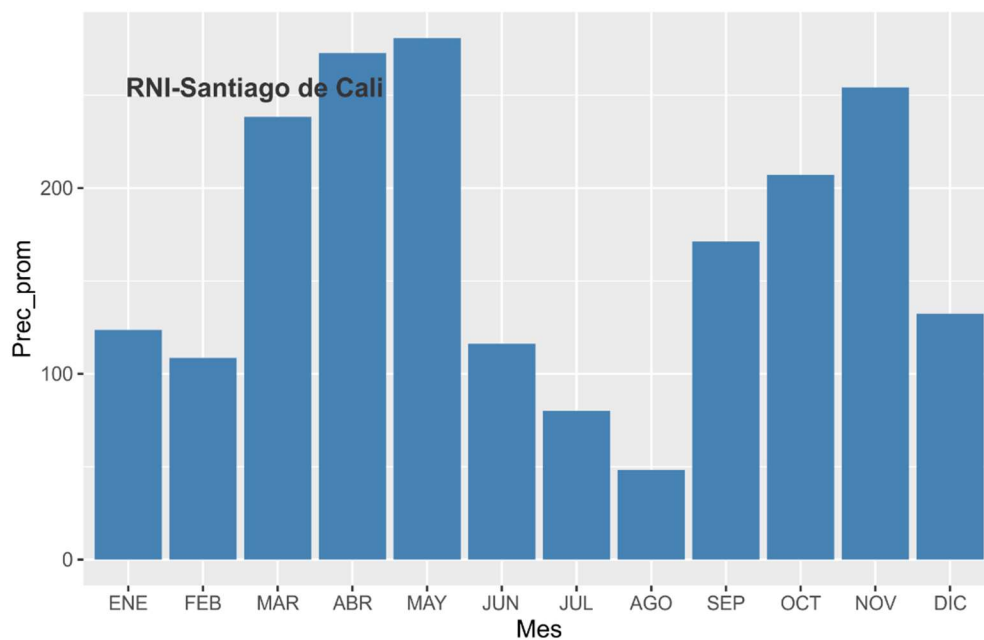


Figura 56. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Santiago de Cali

2.10 RNI-Villavicencio1

Tabla 11. Estadística descriptiva estación RNI-Villavicencio1

Parámetro	H2	O18	d
Media	-29.3	-4.83	9.3
Mediana	-25.8	-4.26	9.4
Desviación estándar	25.3	3.21	2.6
Curtosis	0.6	0.85	0.3
Coefficiente de asimetría	-0.7	-0.76	0.5
Rango	117.9	15.70	11.7
Mínimo	-105.4	-14.86	5.2
Máximo	12.5	0.84	16.9
Datos utilizados	44	44	44
Datos descartados	11	11	11
Promedio aritmético	-29.3	-4.83	9.3
Promedio ponderado	-39.1	-6.02	9.1

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

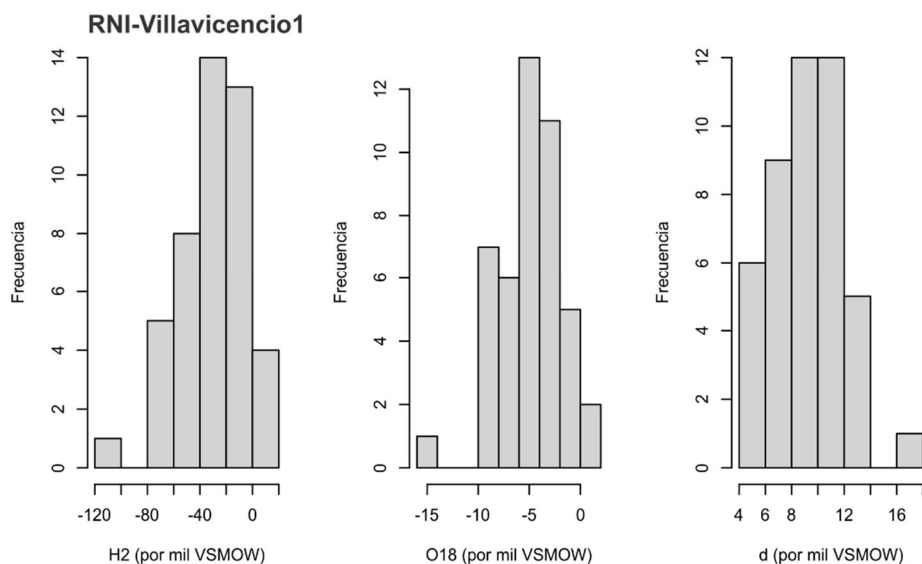


Figura 57. Histogramas, estación RNI-Villavicencio1

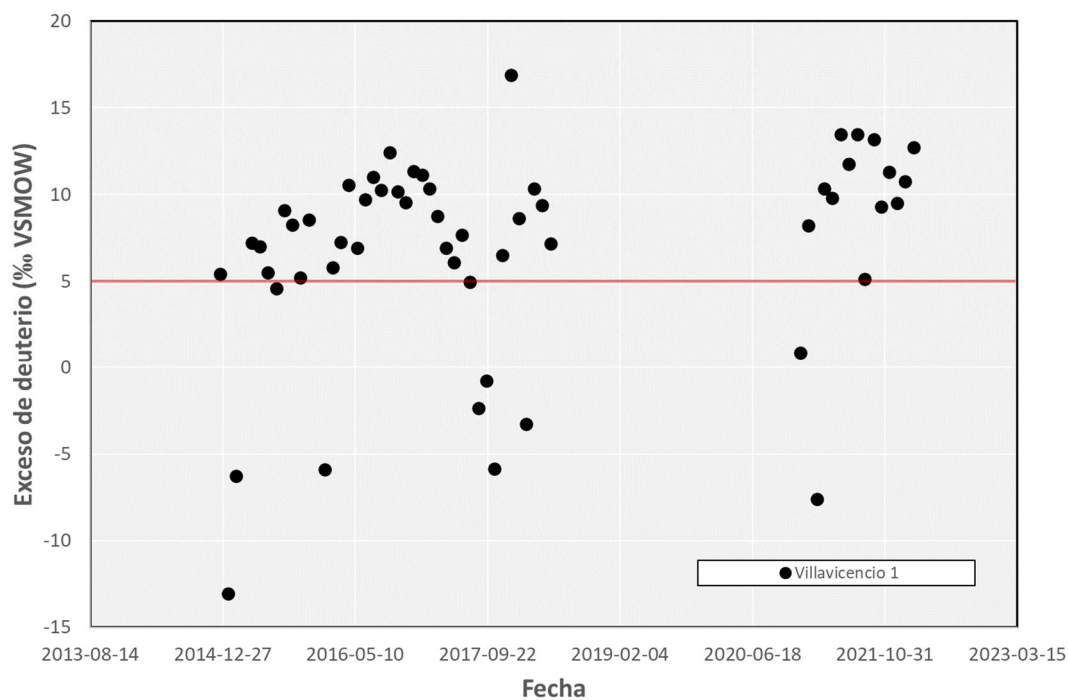


Figura 58. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Villavicencio1

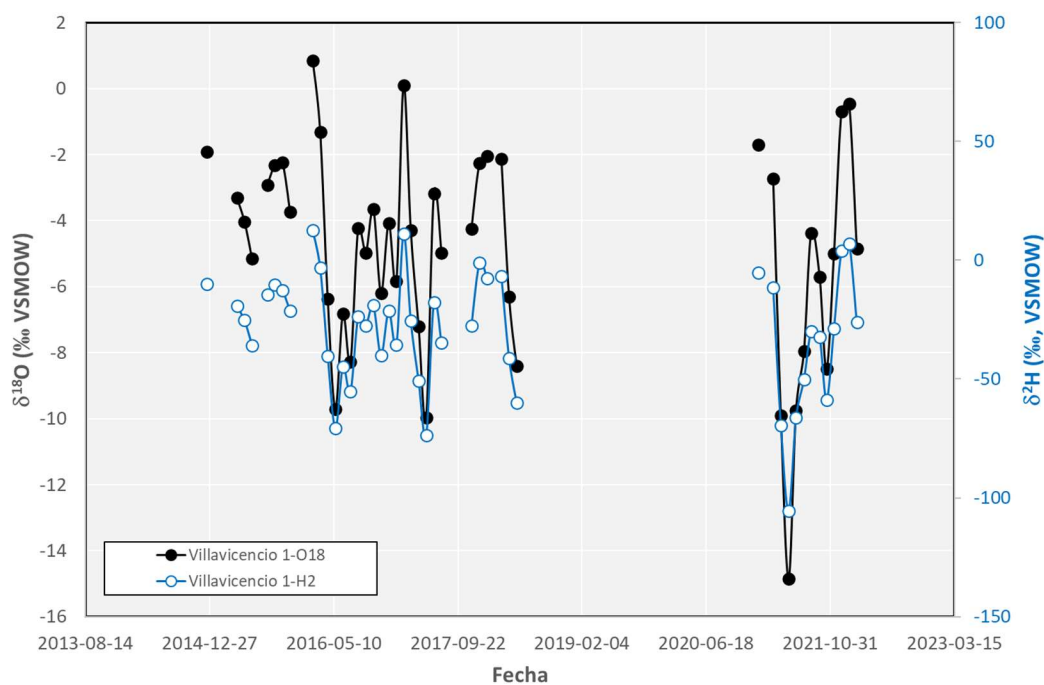


Figura 59. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Villavicencio1

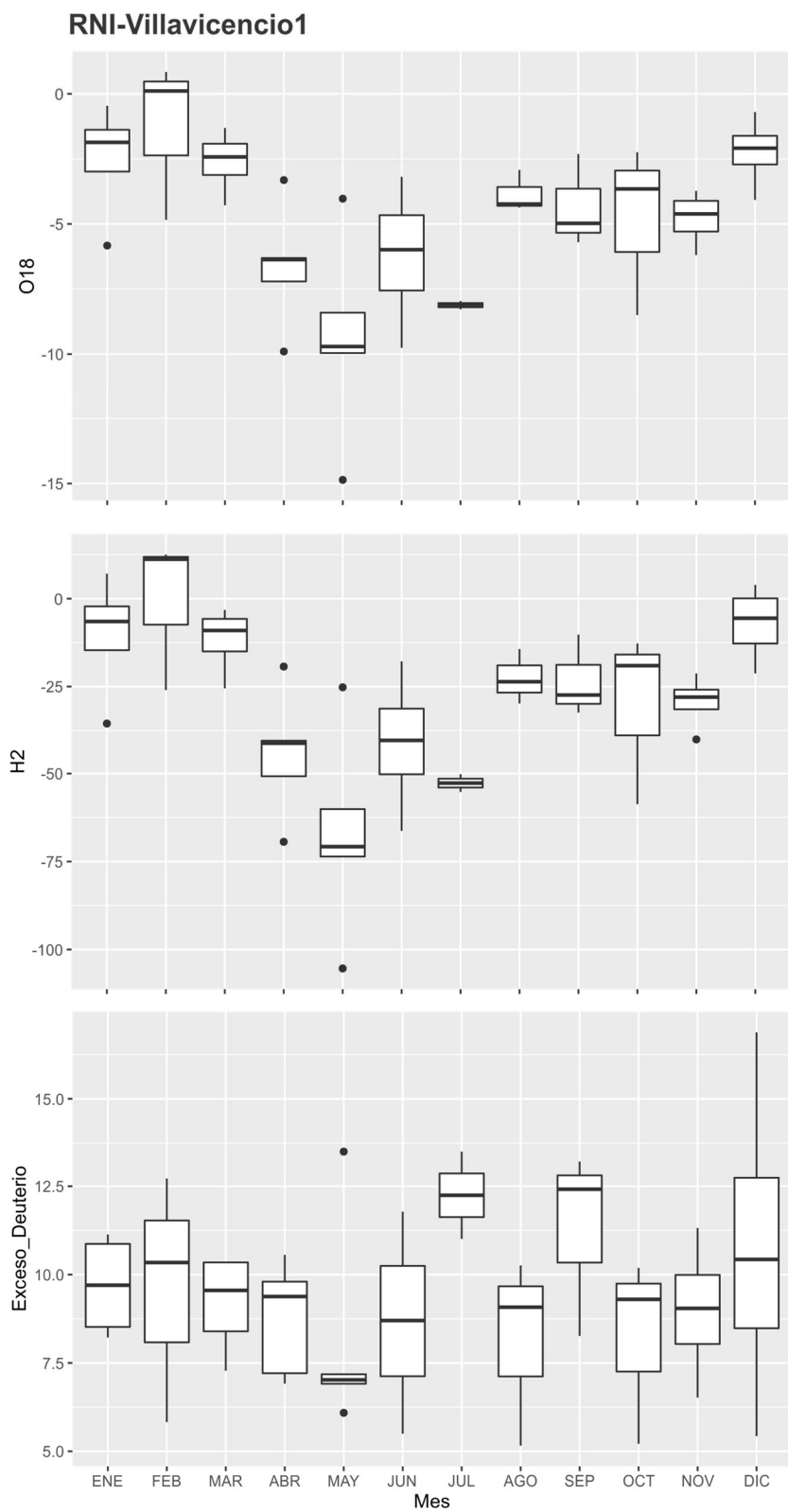


Figura 60. Variación mensual, estación RNI-Villavicencio1

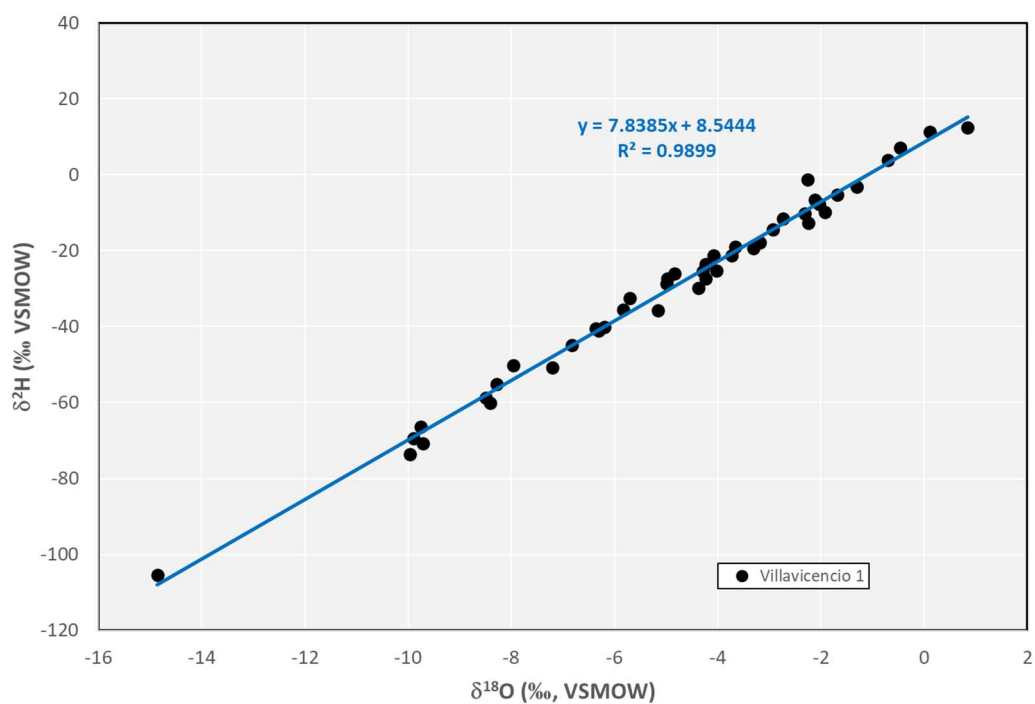


Figura 61. Recta meteórica local, estación RNI-Villavicencio1

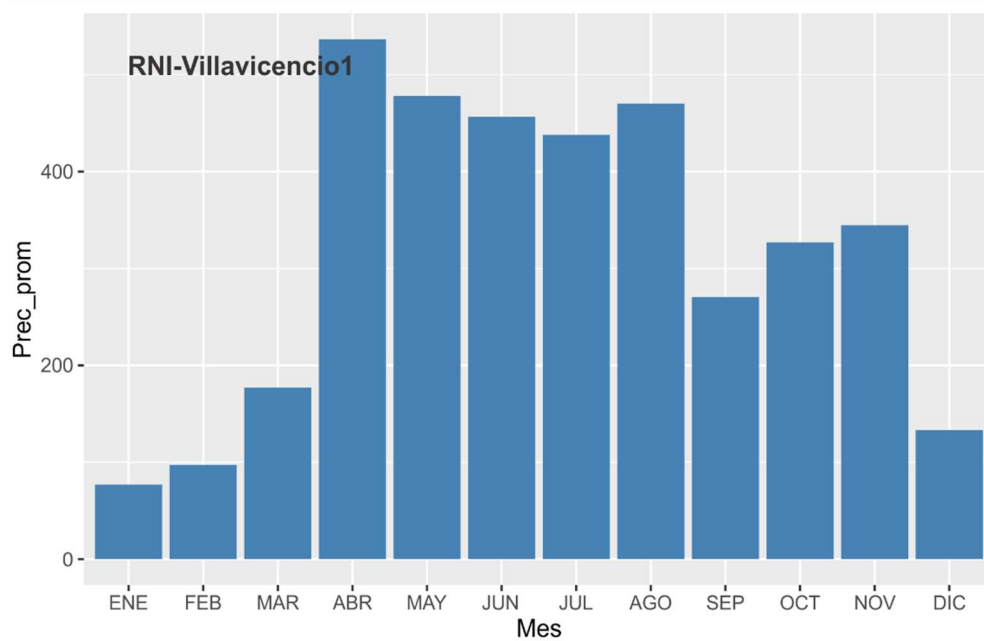


Figura 62. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Villavicencio1

2.11 RNI-Quibdó

Tabla 12. Estadística descriptiva estación RNI-Quibdó

Parámetro	H2	O18	d
Media	-45.6	-7.71	16.1
Mediana	-46.0	-7.35	16.8
Desviación estándar	25.9	3.00	4.8
Curtosis	-0.3	-0.28	0.1
Coefficiente de asimetría	0.1	0.07	-0.7
Rango	96.0	11.19	17.5
Mínimo	-91.4	-13.21	5.8
Máximo	4.6	-2.02	23.4
Datos utilizados	23	23	23
Datos descartados	0	0	0
Promedio aritmético	-45.6	-7.71	16.1
Promedio ponderado	-49.9	-8.20	15.6

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

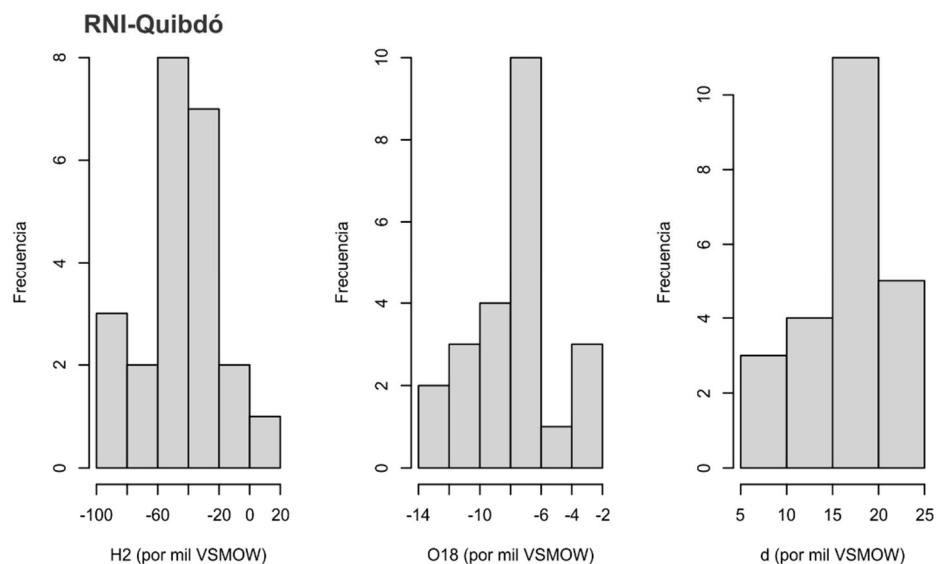


Figura 63. Histogramas, estación RNI-Quibdó

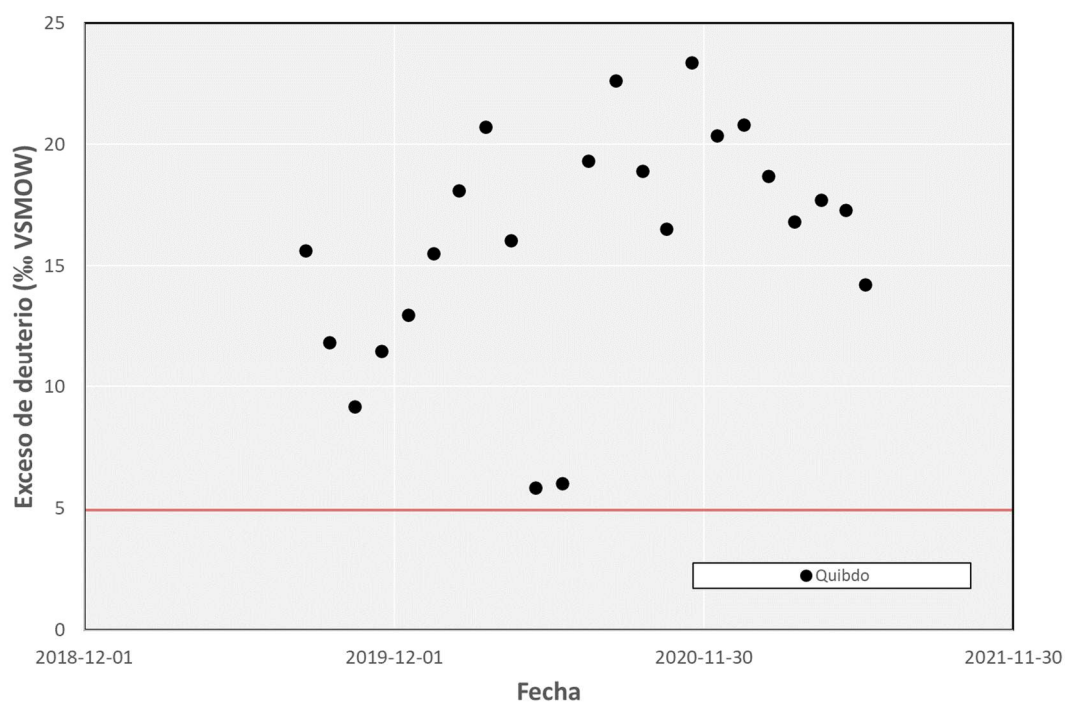


Figura 64. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Quibdó

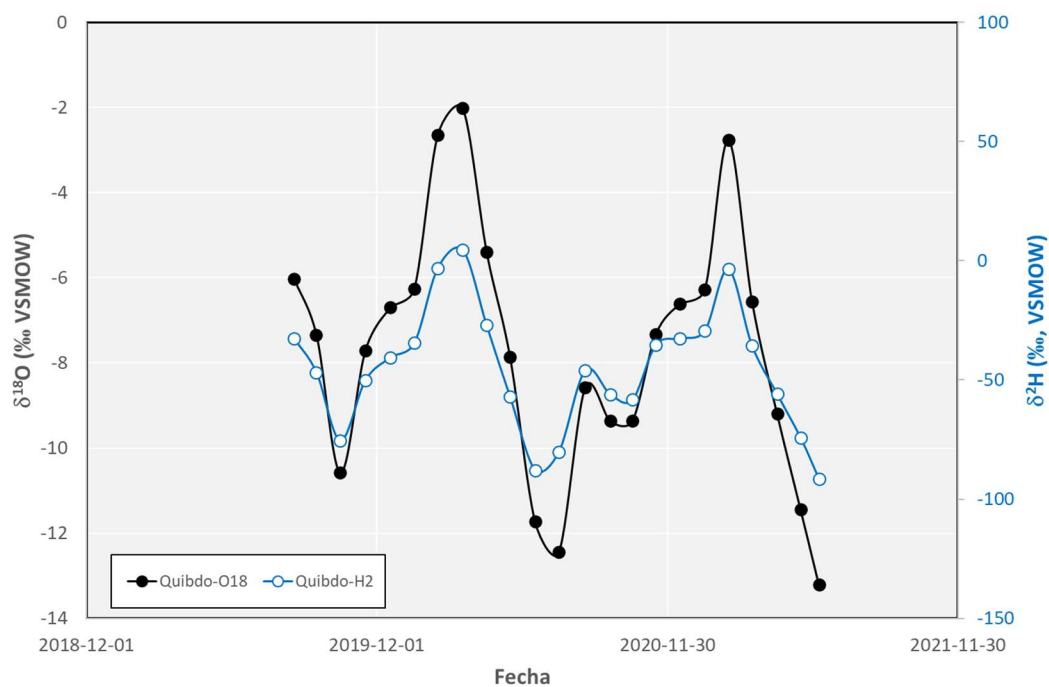


Figura 65. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Quibdó

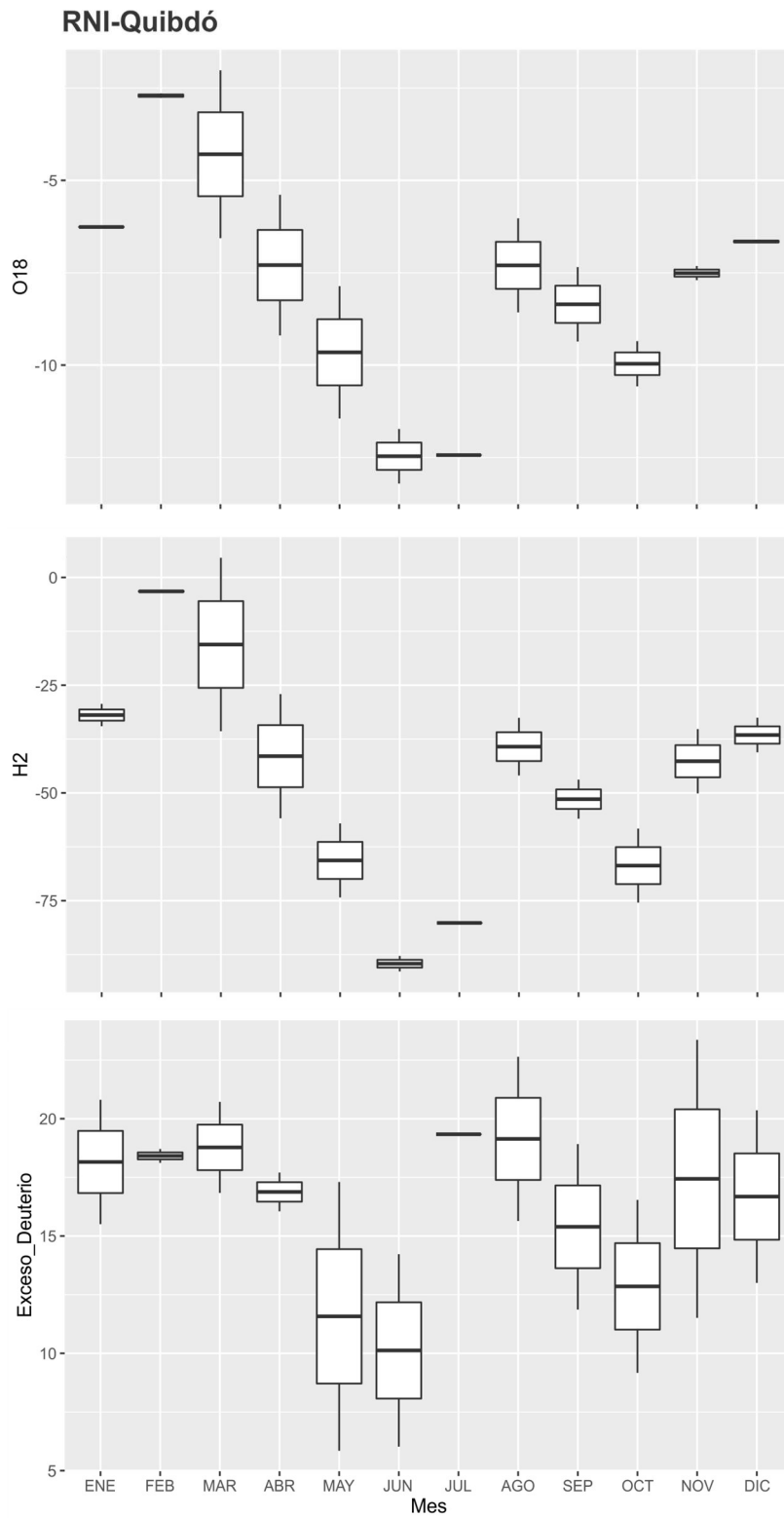


Figura 66. Variación mensual, estación RNI-Quibdó

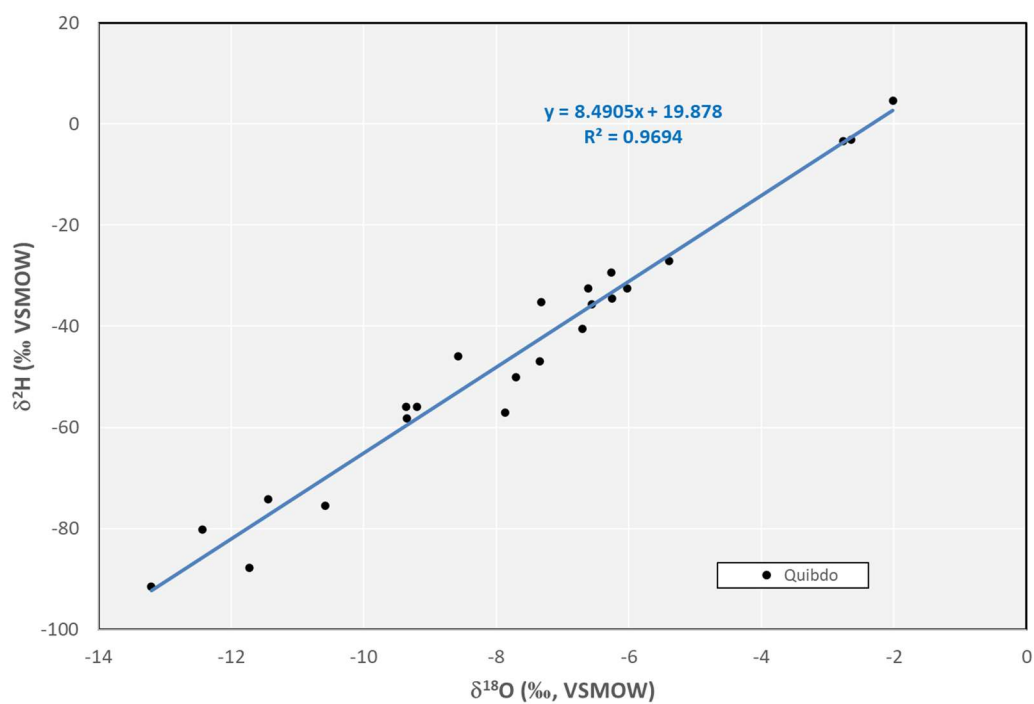


Figura 67. Recta meteórica local, estación RNI-Quibdó

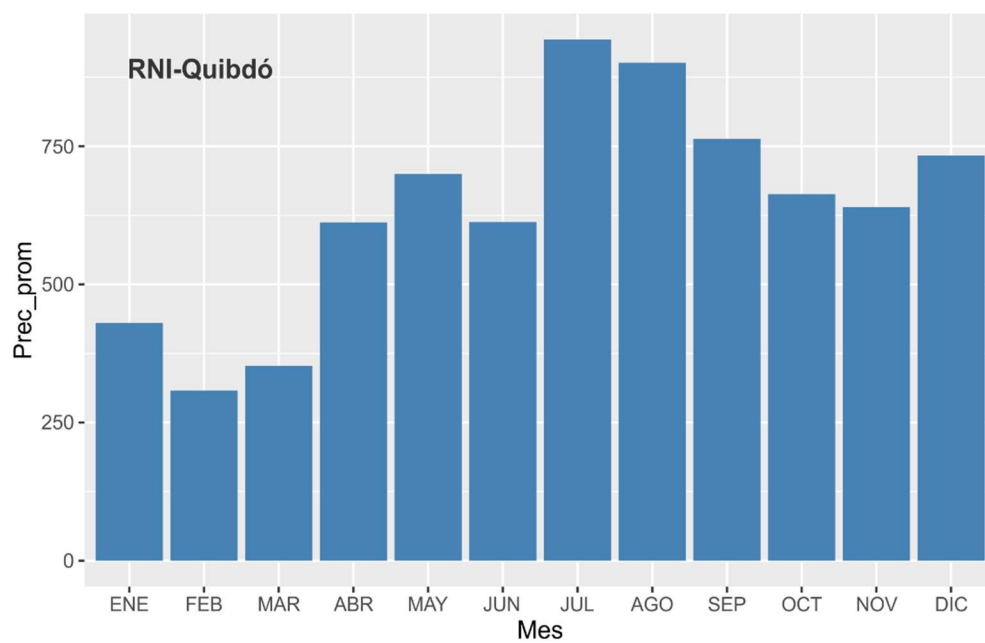


Figura 68. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Quibdó

2.12 RNI-Buenaventura

Tabla 13. Estadística descriptiva estación RNI-Buenaventura

Parámetro	H2	O18	d
Media	-29.8	-5.29	12.5
Mediana	-27.1	-5.21	13.2
Desviación estándar	19.8	2.44	3.5
Curtosis	-0.6	-0.60	-0.8
Coefficiente de asimetría	-0.1	-0.36	-0.3
Rango	70.4	8.45	11.9
Mínimo	-66.0	-9.83	6.1
Máximo	4.4	-1.38	17.9
Datos utilizados	19	19	19
Datos descartados	0	0	0
Promedio aritmético	-29.8	-5.29	12.5
Promedio ponderado	-32.7	-5.57	11.9

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

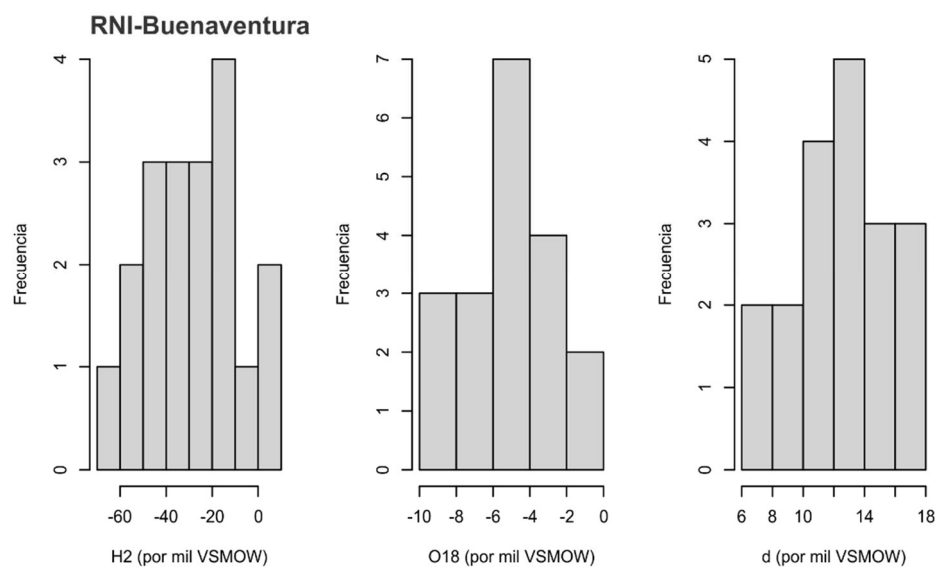


Figura 69. Histogramas, estación RNI-Buenaventura

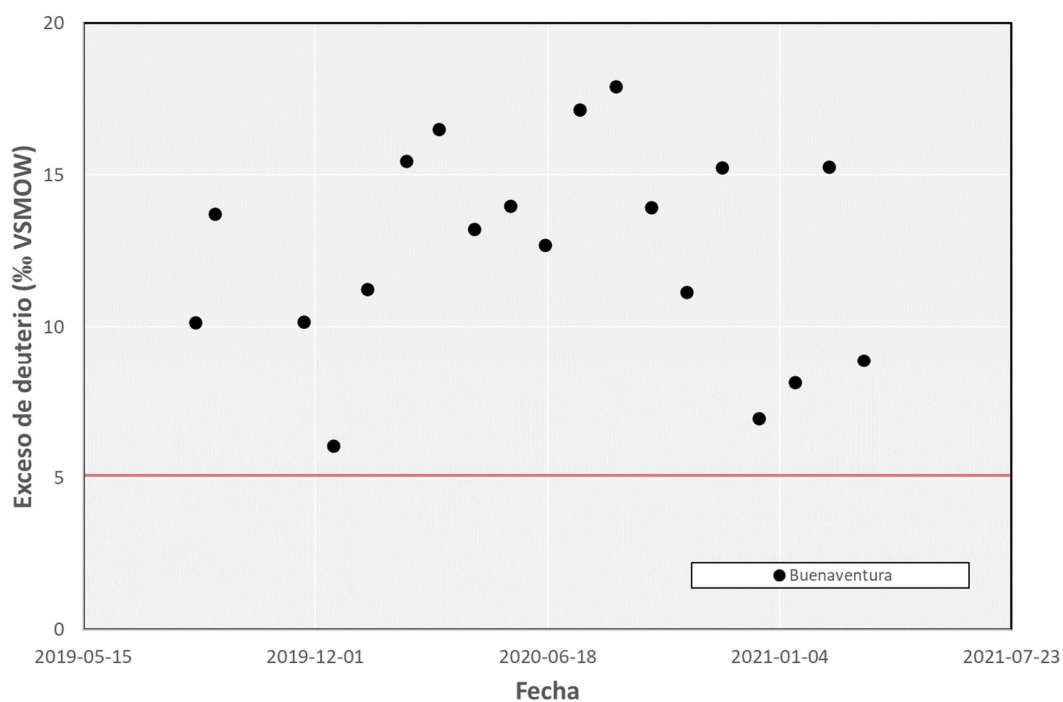


Figura 70. Exceso de deuterio (d), estación RNI-Buenaventura

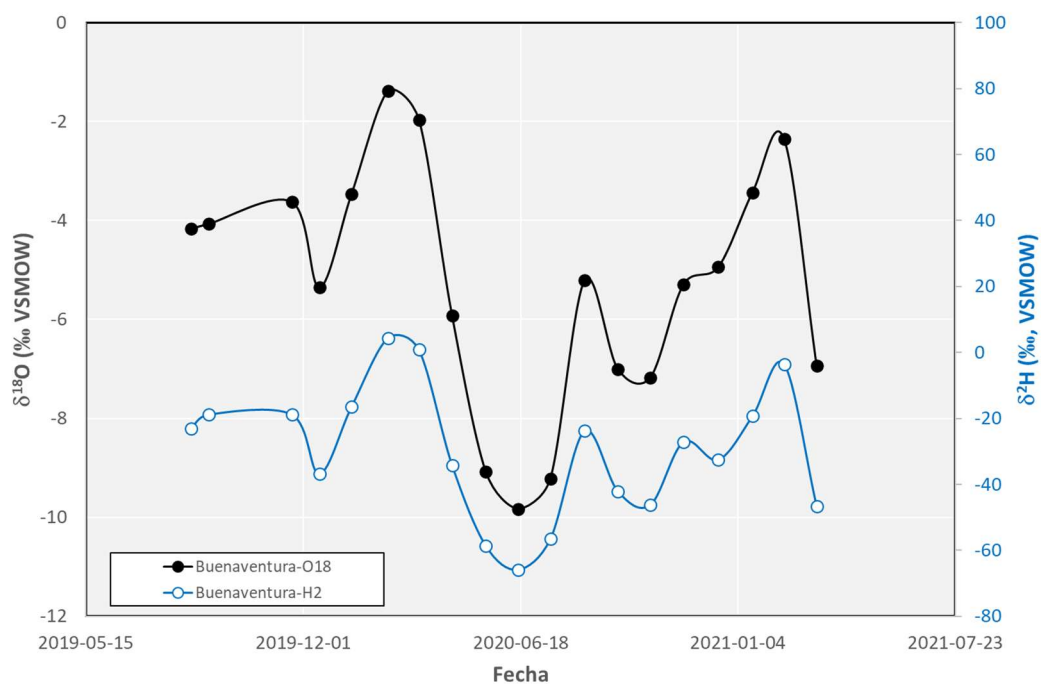


Figura 71. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-Buenaventura

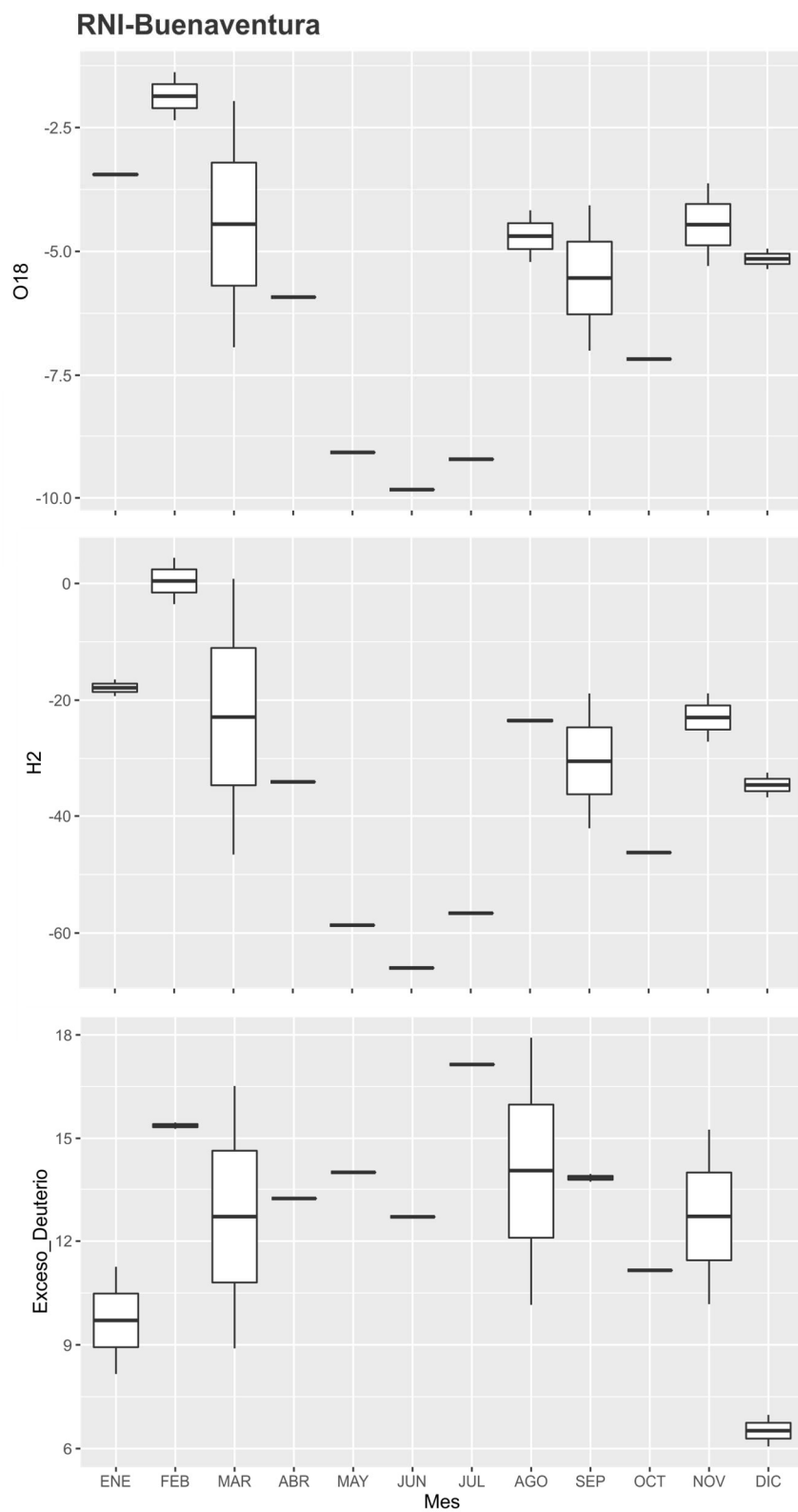


Figura 72. Variación mensual, estación RNI-Buenaventura

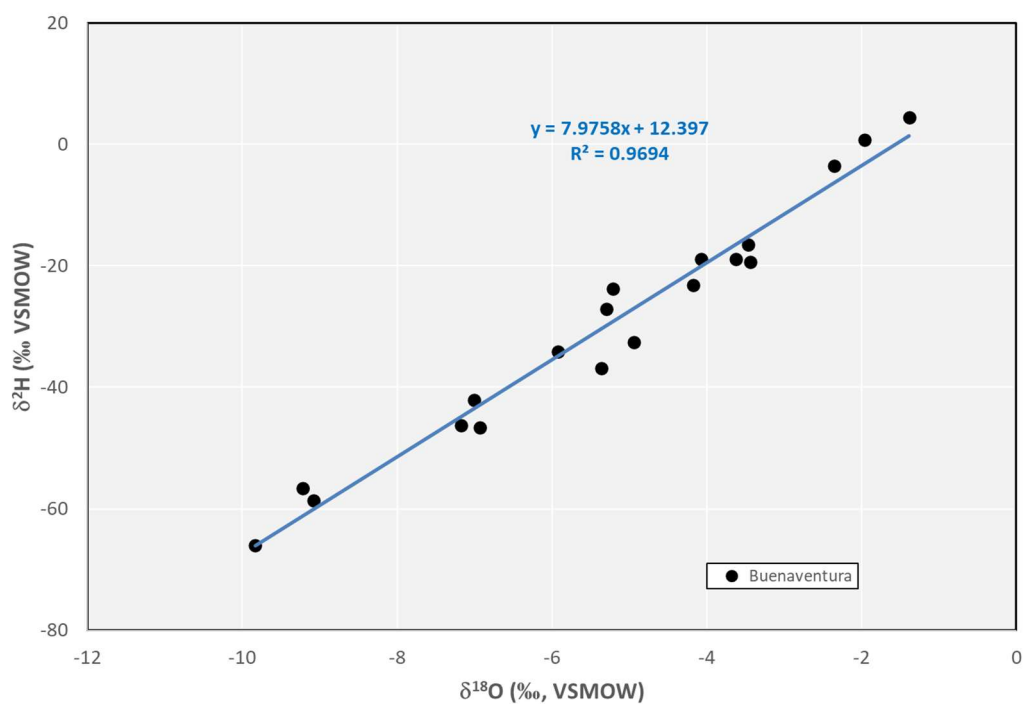


Figura 73. Recta meteórica local, estación RNI-Buenaventura

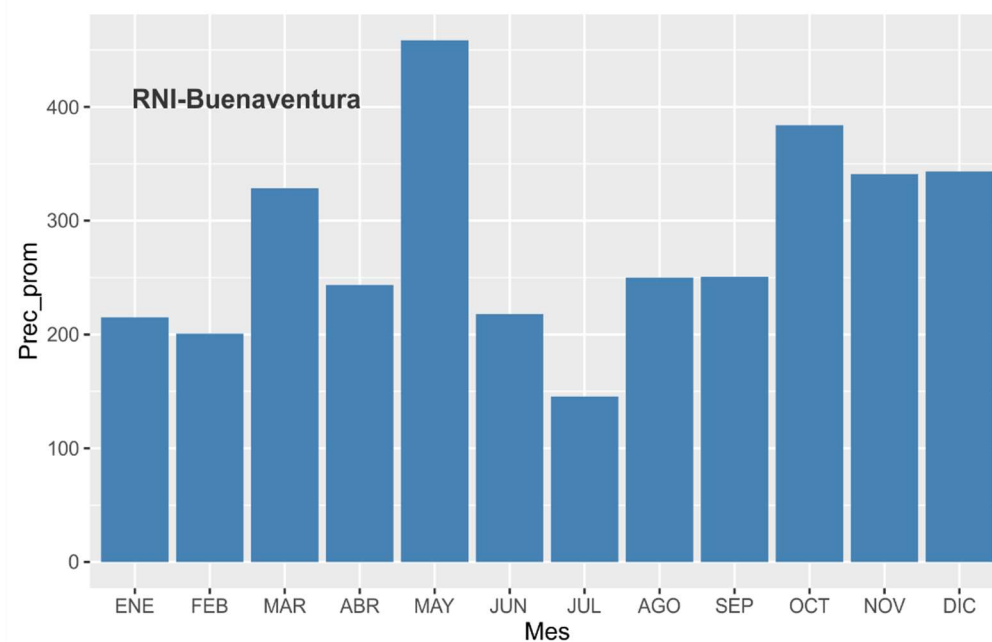


Figura 74. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-Buenaventura

2.13 RNI-San Andrés Isla

Tabla 14. Estadística descriptiva estación RNI-San Andrés Isla

Parámetro	H2	O18	d
Media	-7.5	-2.27	10.7
Mediana	-5.7	-1.68	10.4
Desviación estándar	14.7	1.98	3.2
Curtosis	1.1	1.31	0.3
Coefficiente de asimetría	-1.0	-0.96	0.3
Rango	68.8	10.04	15.3
Mínimo	-54.0	-8.74	3.0
Máximo	14.8	1.30	18.3
Datos utilizados	49	49	49
Datos descartados	1	1	1
Promedio aritmético	-7.5	-2.27	10.7
Promedio ponderado	-15.3	-3.35	11.5

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

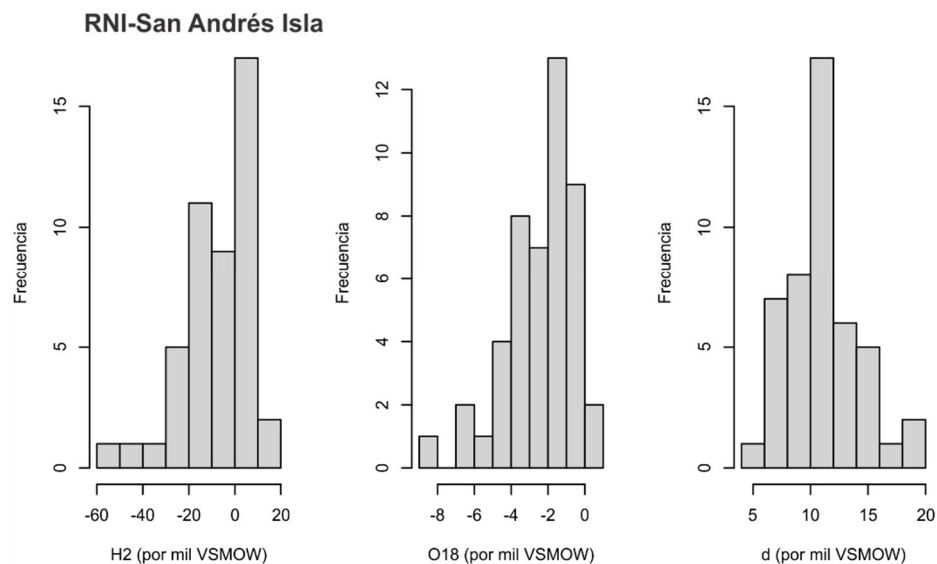


Figura 75. Histogramas, estación RNI-San Andrés Isla

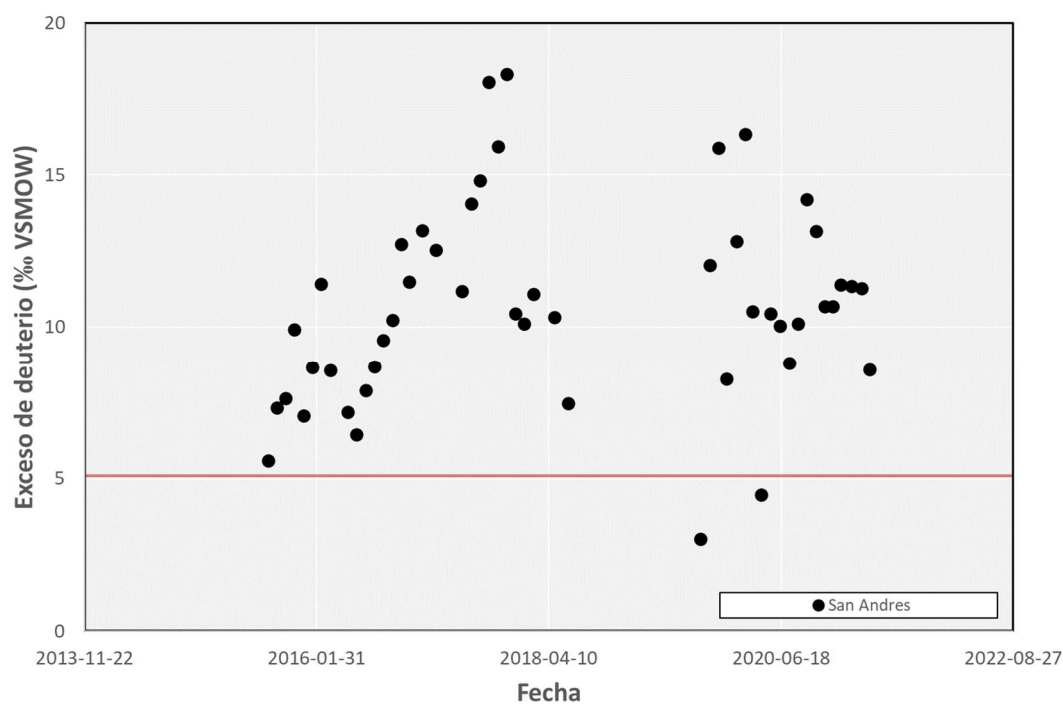


Figura 76. Exceso de deuterio (d), estación RNI-San Andrés Isla

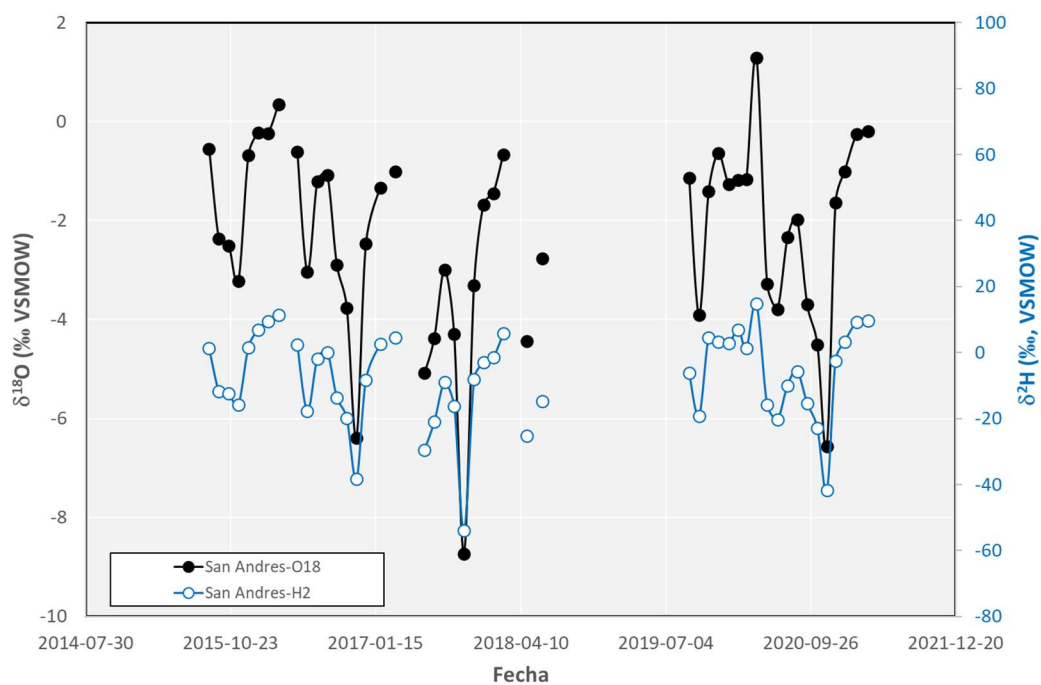


Figura 77. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación RNI-San Andrés Isla

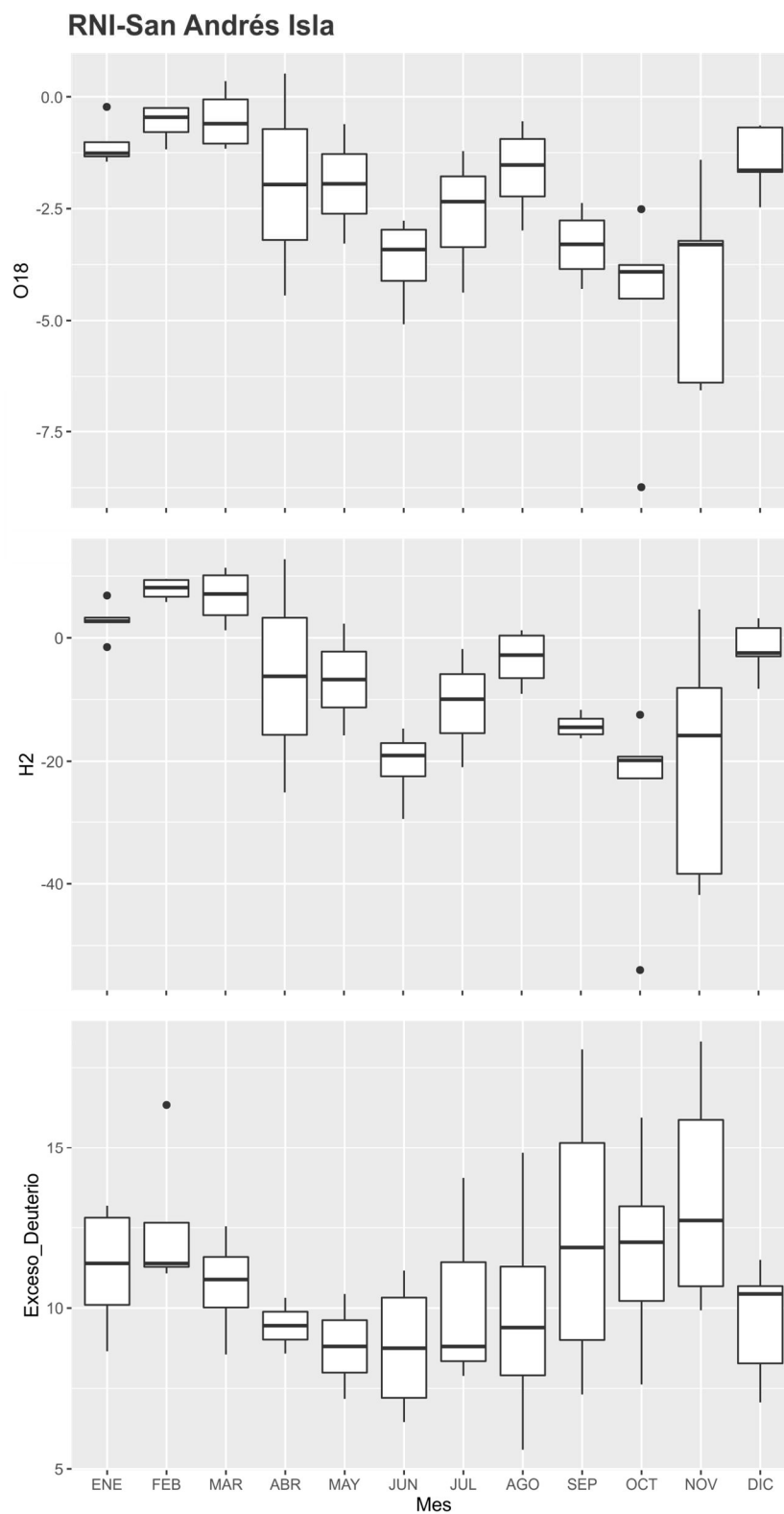


Figura 78. Variación mensual, estación RNI-San Andrés Isla

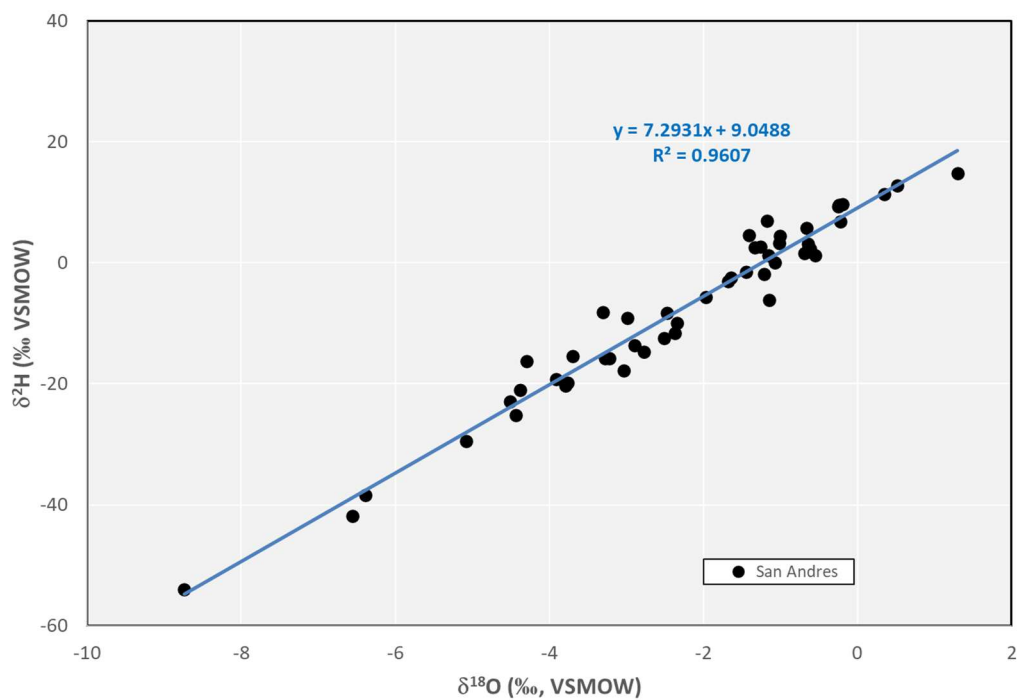


Figura 79. Recta meteórica local, estación RNI-San Andrés Isla

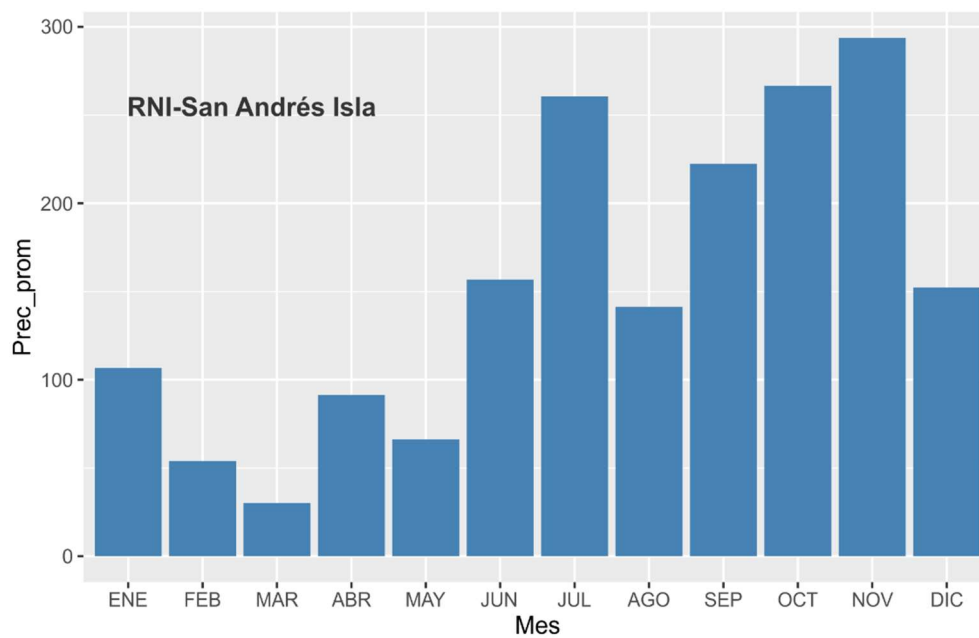


Figura 80. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación RNI-San Andrés Isla

3 Estaciones GNIP

3.1 GNIP-Bogotá

Tabla 15. Estadística descriptiva estación GNIP-Bogotá

Parámetro	H2	O18	d
Media	-62.4	-9.20	11.2
Mediana	-62.9	-9.13	11.6
Desviación estándar	34.6	4.20	3.1
Curtosis	-0.5	-0.34	0.7
Coefficiente de asimetría	-0.3	-0.27	0.3
Rango	164.8	21.03	20.4
Mínimo	-156.4	-21.07	5.0
Máximo	8.4	-0.04	25.4
Datos utilizados	298	298	298
Datos descartados	32	32	32
Promedio aritmético	-62.4	-9.20	11.2
Promedio ponderado	-70.2	-10.17	11.2

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

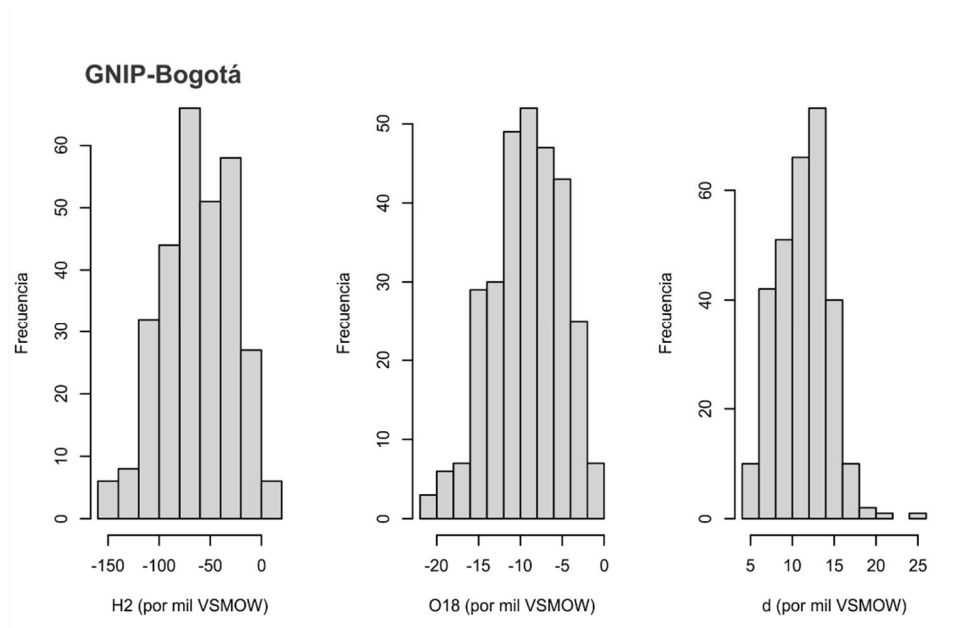


Figura 81. Histogramas, estación GNIP-Bogotá

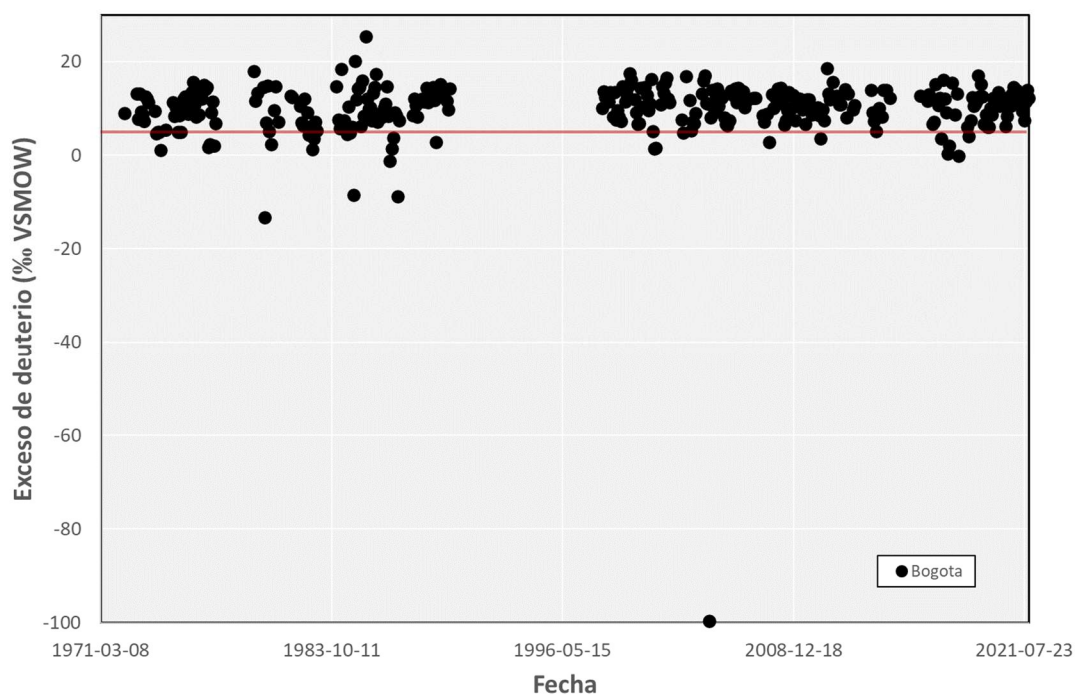


Figura 82. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Bogotá

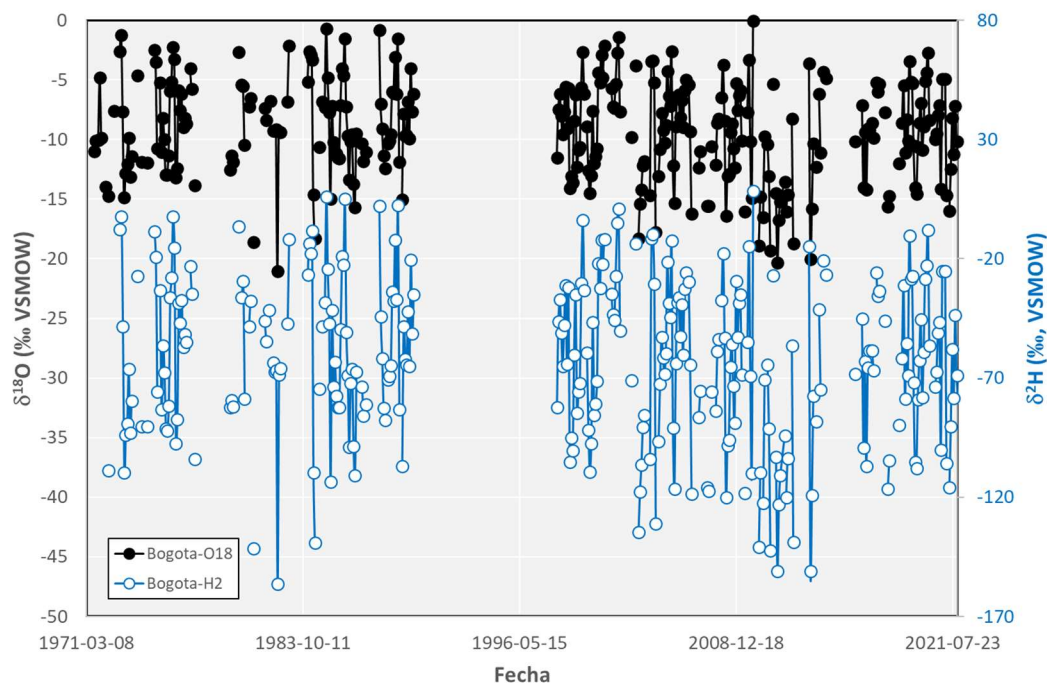


Figura 83. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Bogotá

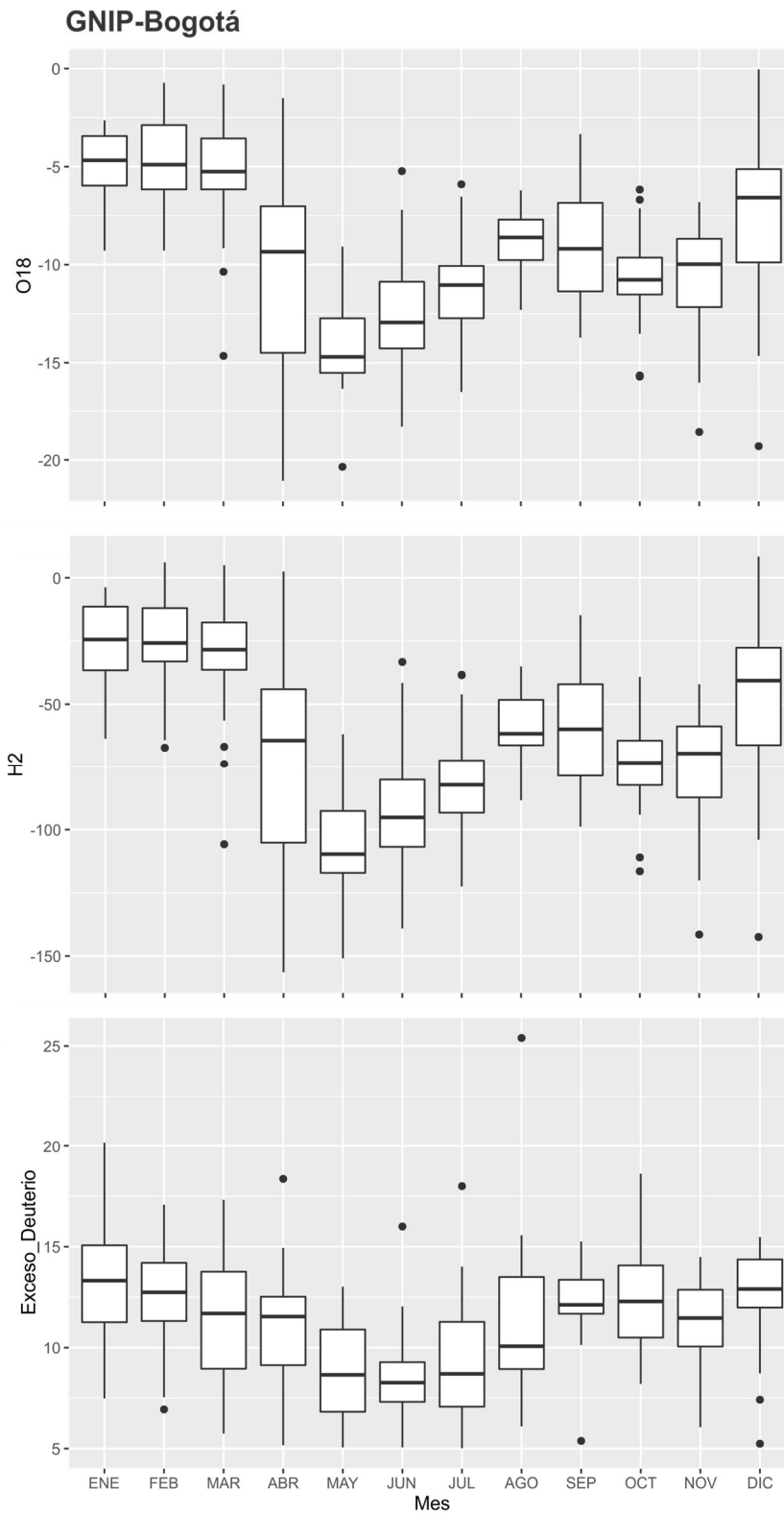


Figura 84. Variación mensual, estación GNIP-Bogotá

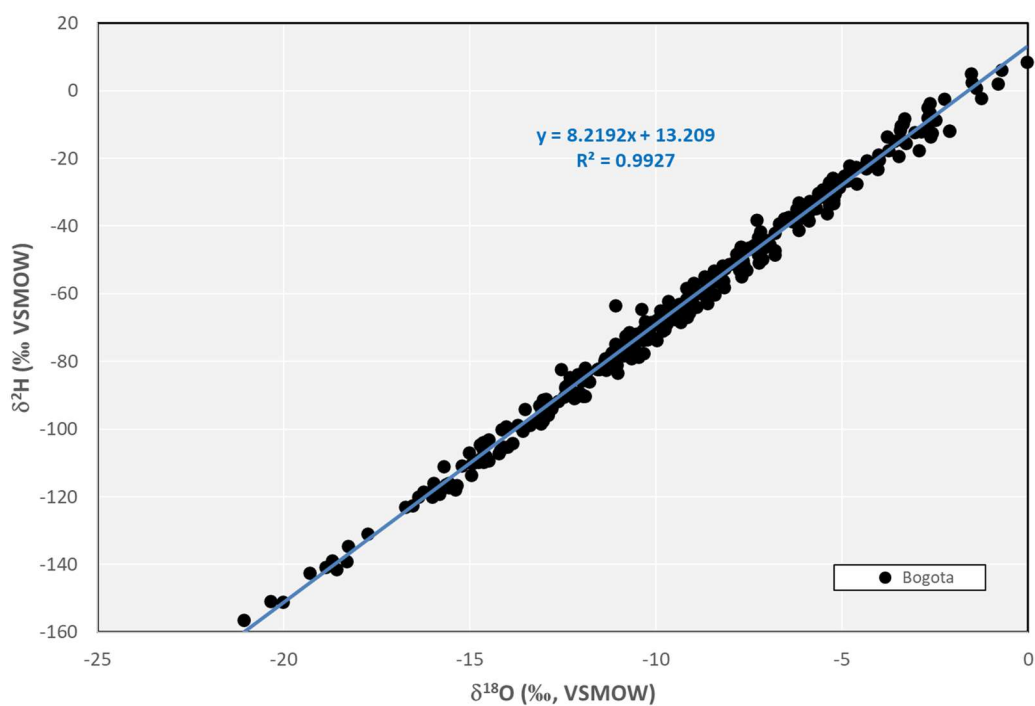


Figura 85. Recta meteórica local, estación GNIP-Bogotá

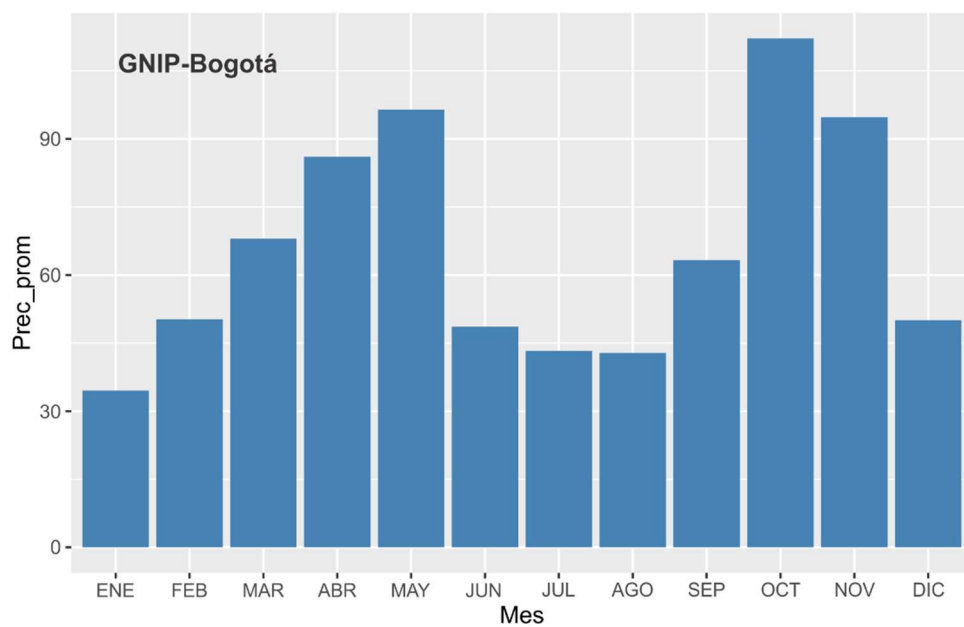


Figura 86. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Bogotá

3.2 GNIP-Tunelapa

Tabla 16. Estadística descriptiva estación GNIP-Tunelapa

Parámetro	H2	O18	d
Media	-36.3	-5.79	10.1
Mediana	-38.2	-5.92	10.2
Desviación estándar	23.6	2.92	1.5
Curtosis	-0.8	-0.79	0.3
Coefficiente de asimetría	-0.1	0.02	0.0
Rango	92.8	11.76	8.2
Mínimo	-87.6	-12.12	6.0
Máximo	5.2	-0.36	14.2
Datos utilizados	86	86	86
Datos descartados	2	2	2
Promedio aritmético	-36.3	-5.79	10.1
Promedio ponderado	-43.9	-6.73	10.0

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

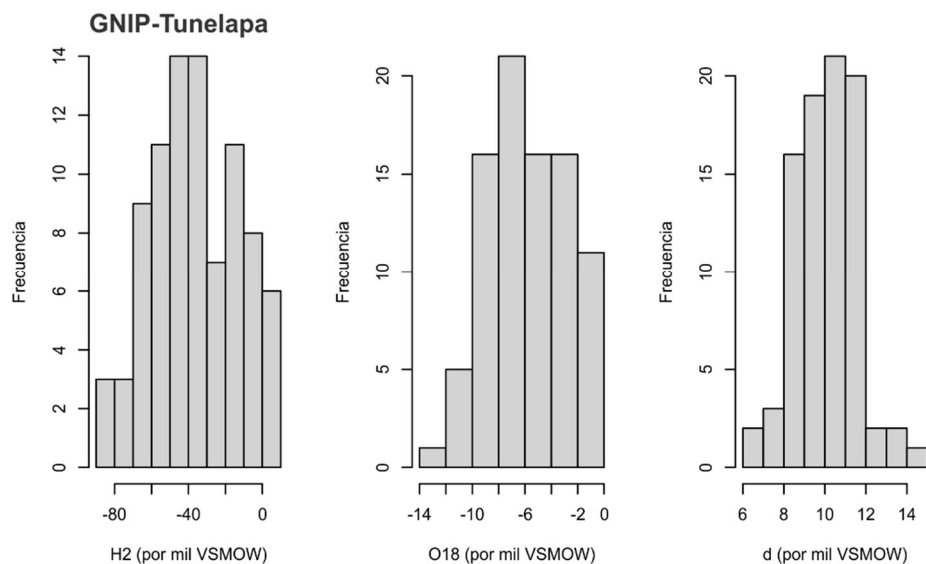


Figura 87. Histogramas, estación GNIP-Tunelapa

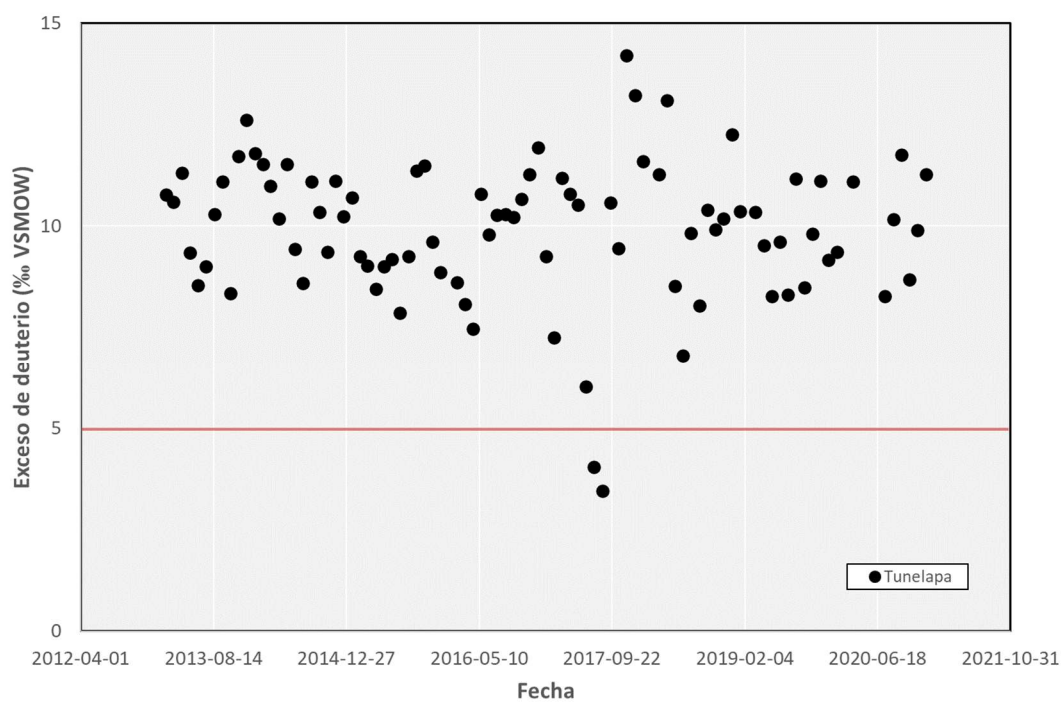


Figura 88. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Tunelapa

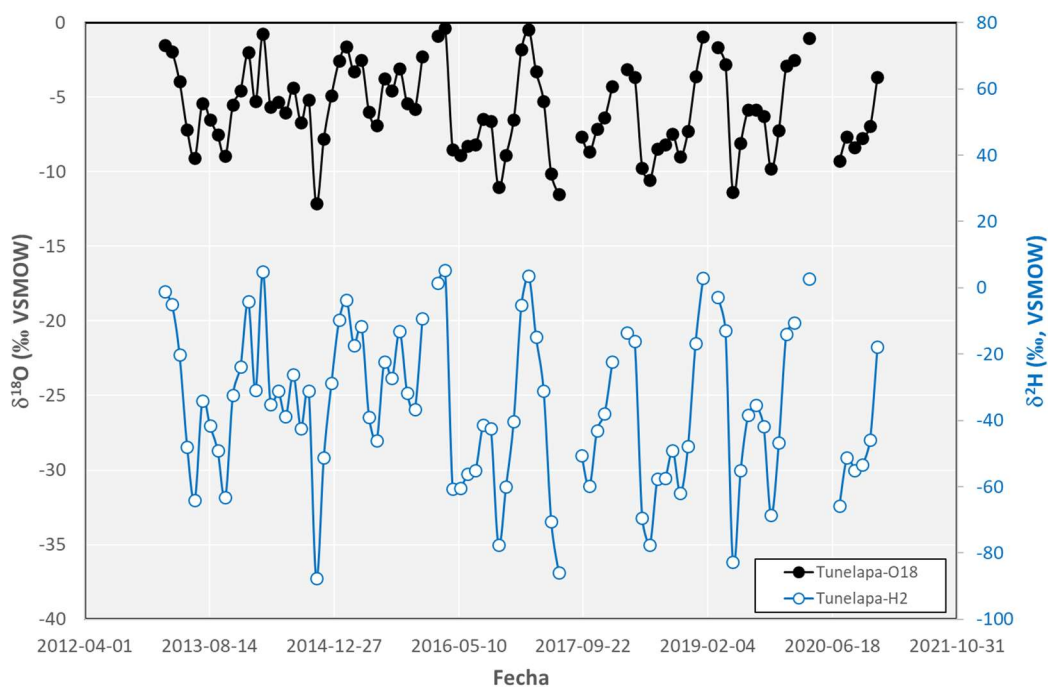


Figura 89. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Tunelapa

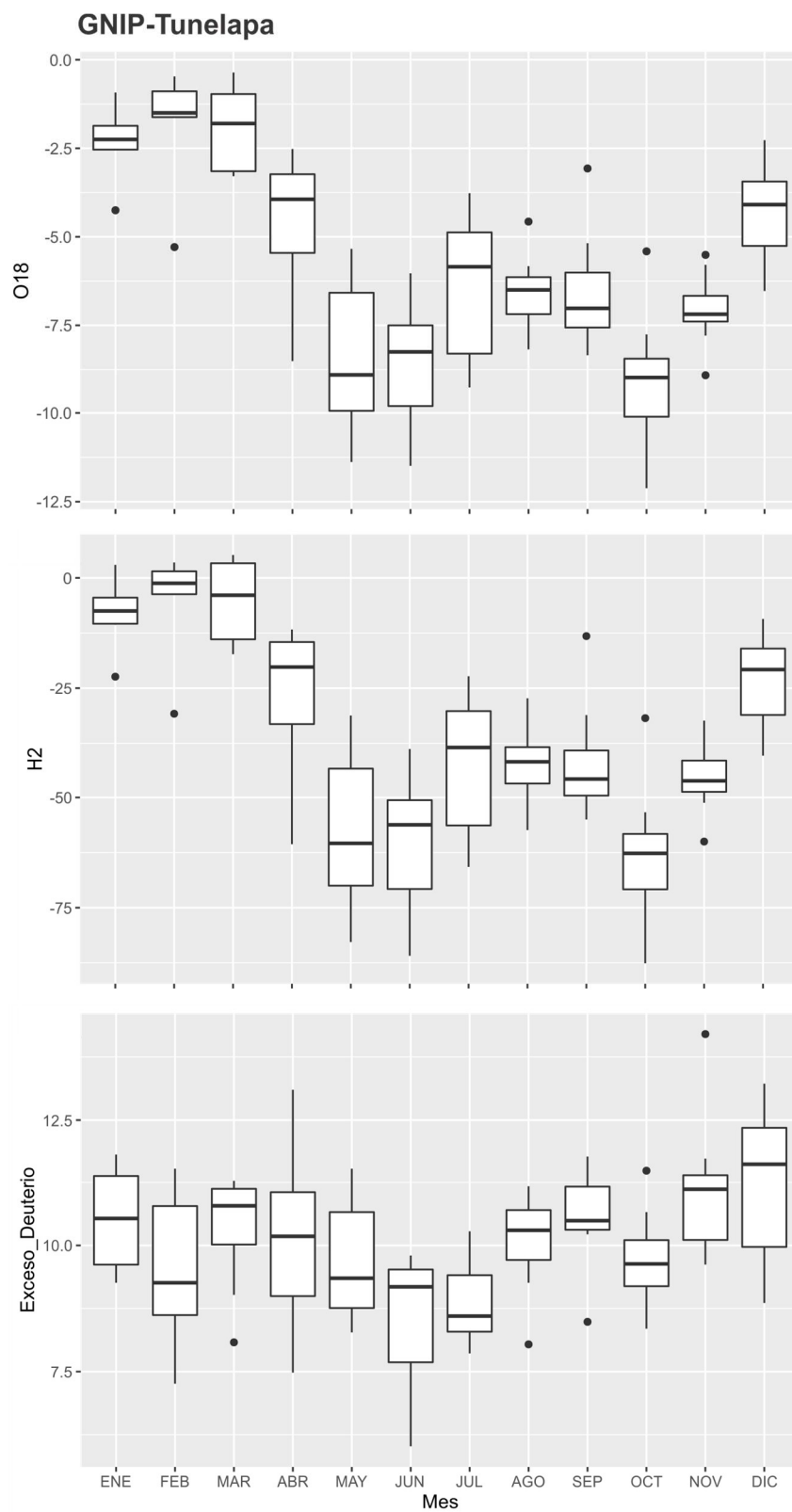


Figura 90. Variación mensual, estación GNIP-Tunelapa

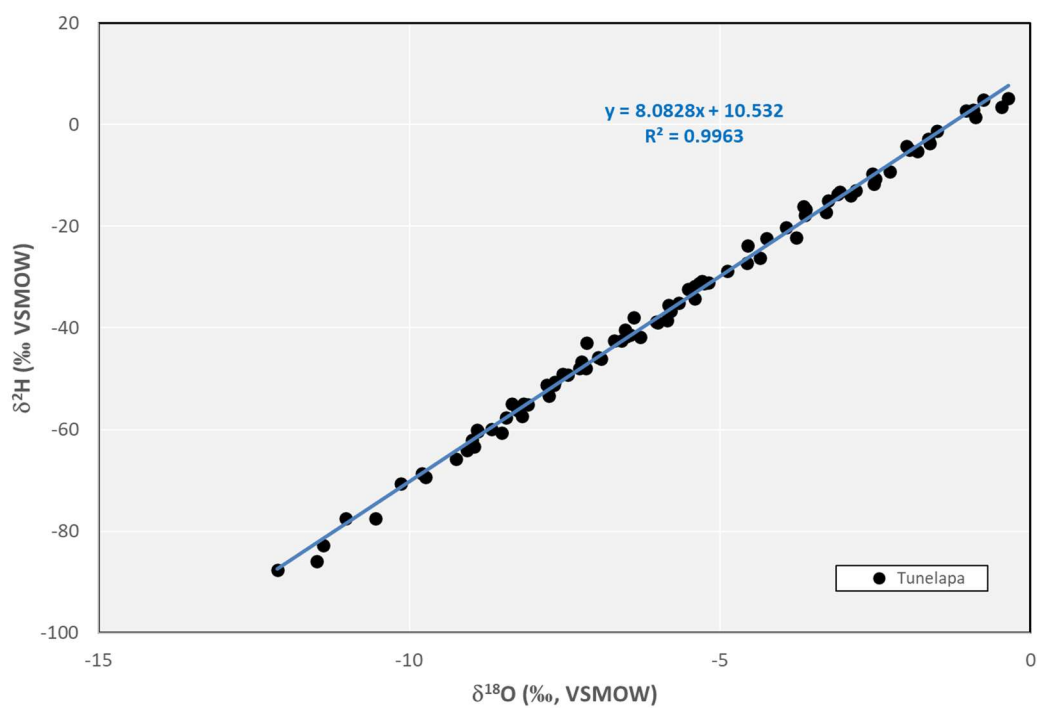


Figura 91. Recta meteórica local, estación GNIP-Tunelapa

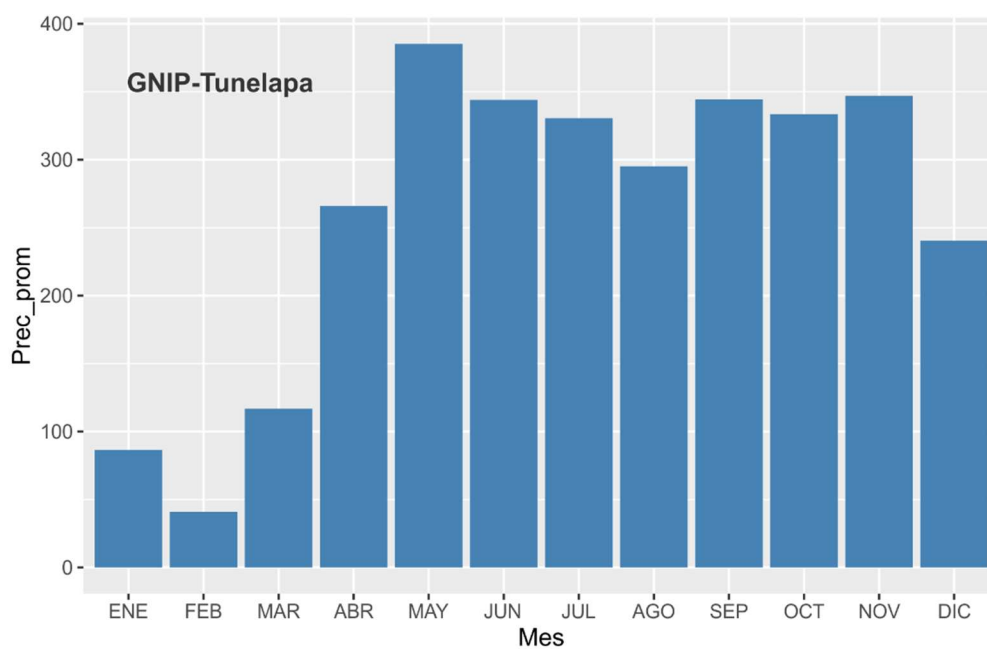


Figura 92. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Tunelapa

3.3 GNIP-Barranquilla

Tabla 17. Estadística descriptiva estación GNIP-Barranquilla

Parámetro	H2	O18	d
Media	-32.4	-5.08	8.3
Mediana	-31.6	-4.85	8.2
Desviación estándar	19.4	2.44	1.9
Curtosis	5.7	4.77	-0.4
Coefficiente de asimetría	-1.8	-1.60	0.3
Rango	111.7	13.85	8.5
Mínimo	-111.0	-14.62	5.1
Máximo	0.7	-0.77	13.6
Datos utilizados	71	71	71
Datos descartados	18	18	18
Promedio aritmético	-32.4	-5.08	8.3
Promedio ponderado	-34.2	-5.35	8.7

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

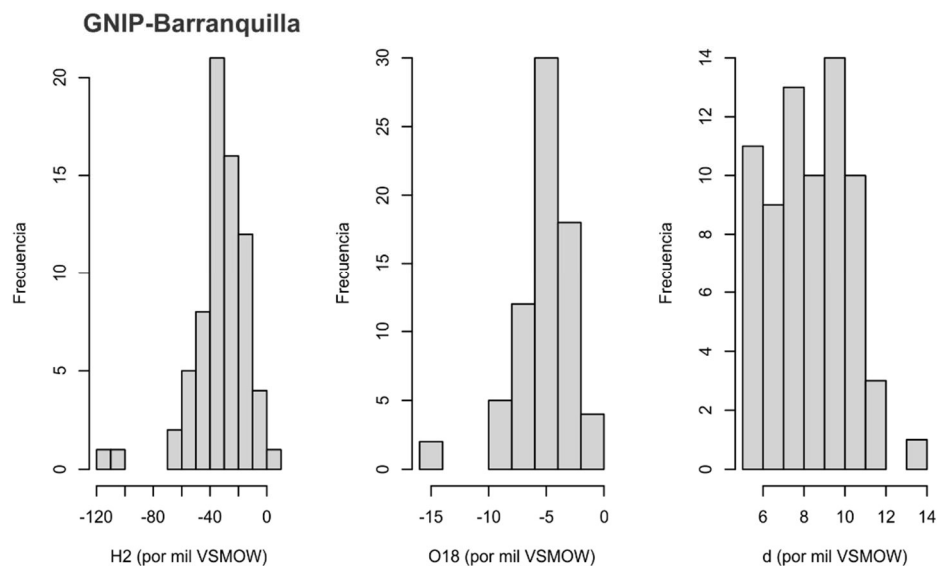


Figura 93. Histogramas, estación GNIP-Barranquilla

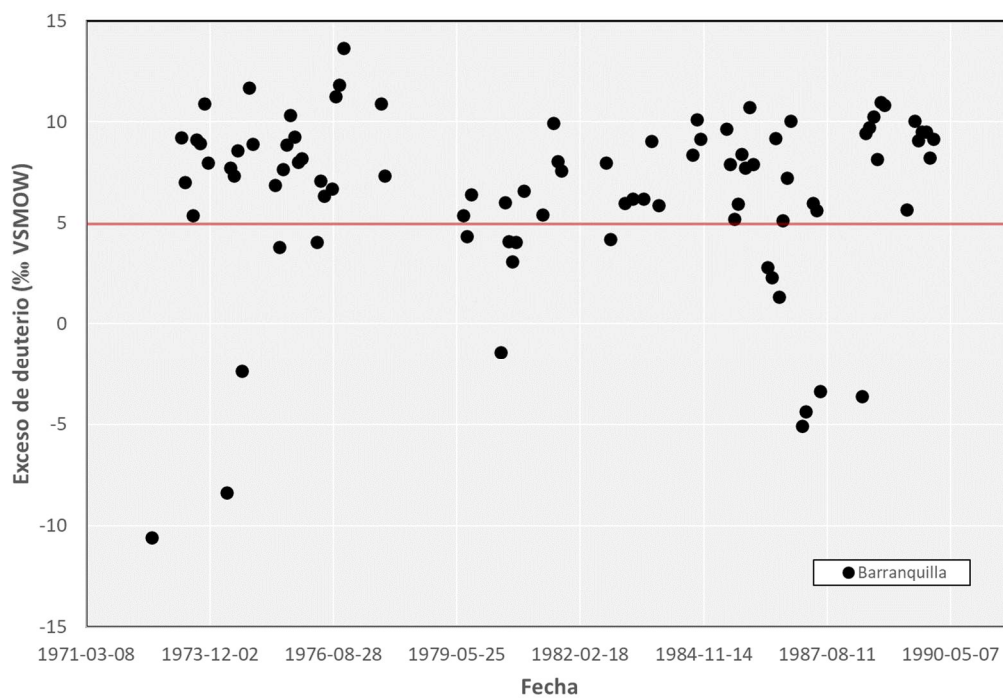


Figura 94. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Barranquilla

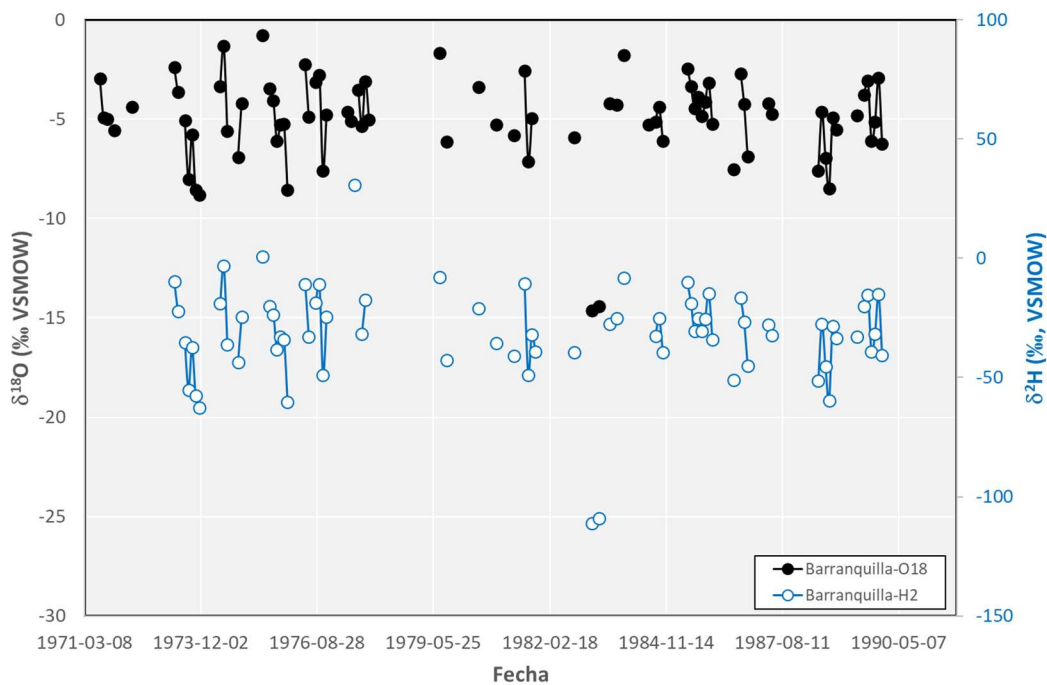


Figura 95. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Barranquilla

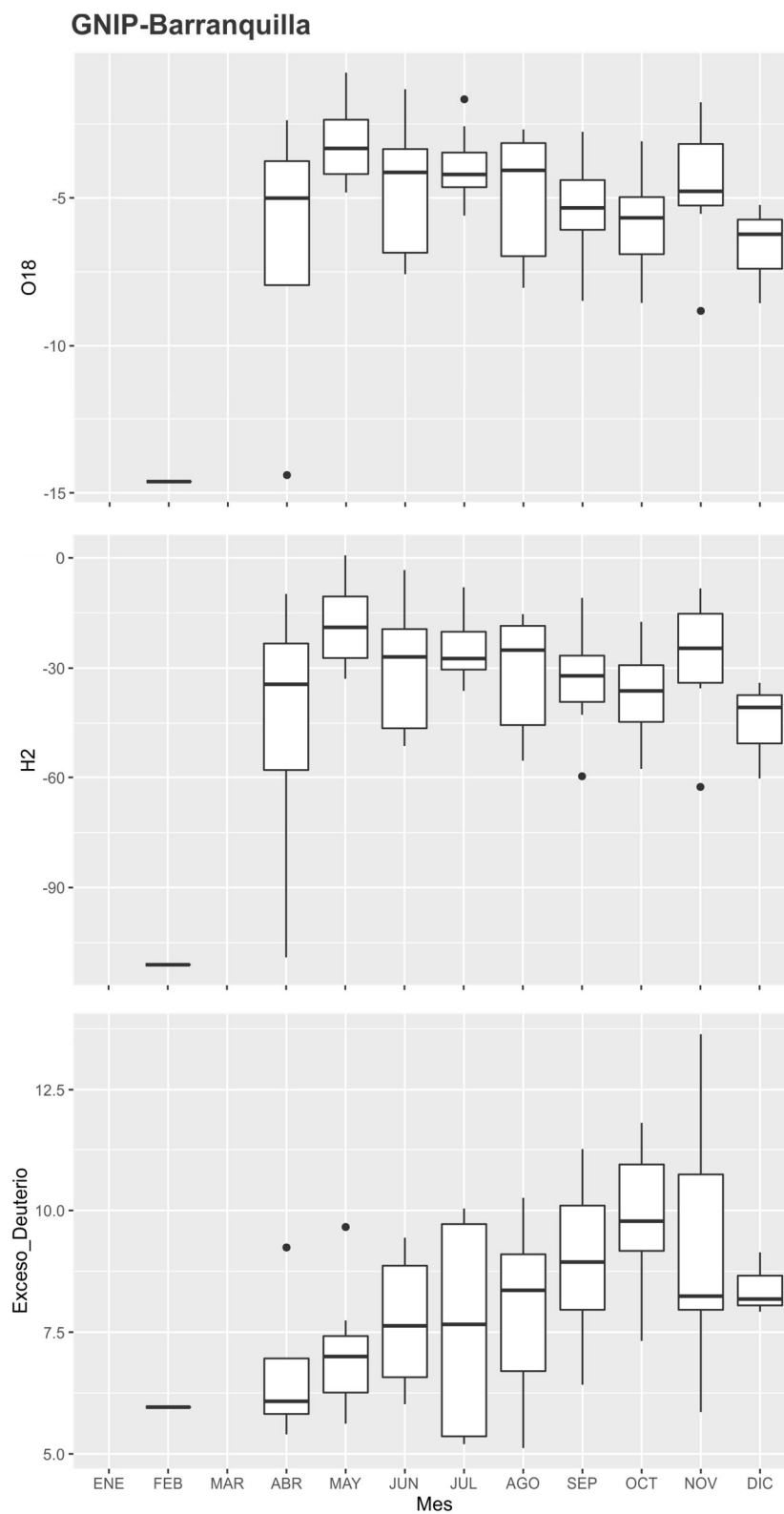


Figura 96. Variación mensual, estación GNIP-Barranquilla

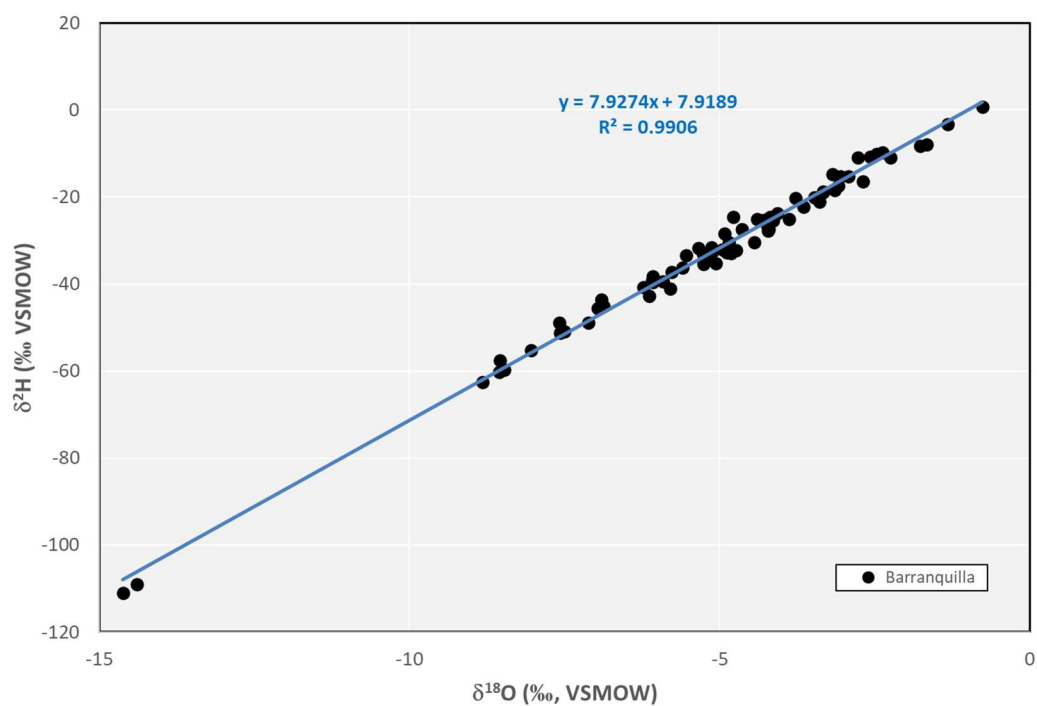


Figura 97. Recta meteórica local, estación GNIP-Barranquilla

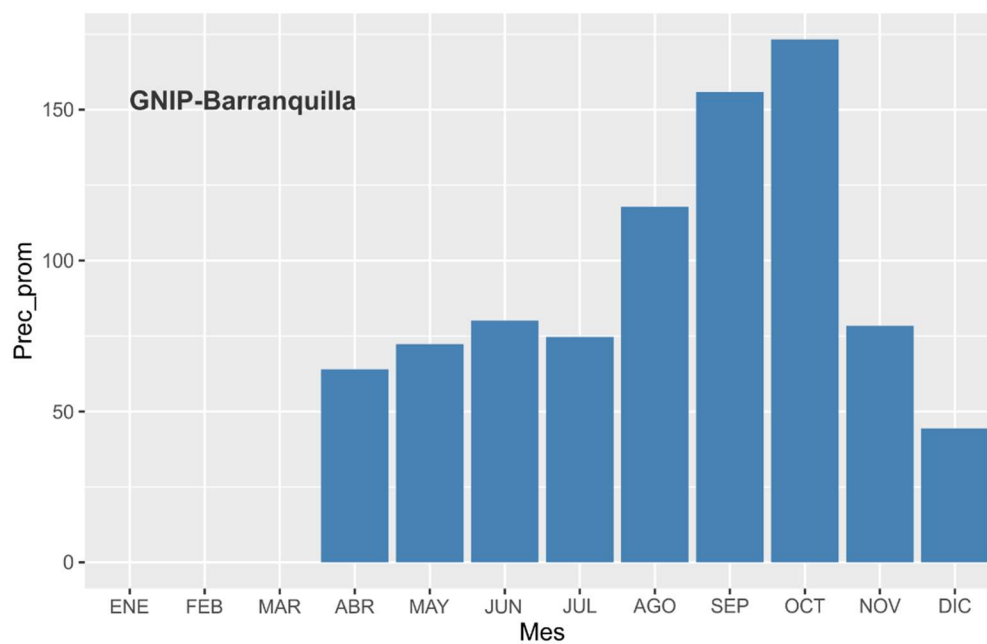


Figura 98. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Barranquilla

3.4 GNIP-EI Tesoro (Corozal)

Tabla 18. Estadística descriptiva estación GNIP-EI Tesoro (Corozal)

Parámetro	H2	O18	d
Media	-34.0	-5.40	9.1
Mediana	-34.4	-5.42	9.2
Desviación estándar	20.6	2.62	1.9
Curtosis	1.2	1.20	-0.2
Coefficiente de asimetría	-0.4	-0.36	0.1
Rango	124.3	16.41	9.6
Mínimo	-113.3	-15.75	5.0
Máximo	11.0	0.66	14.6
Datos utilizados	147	147	147
Datos descartados	23	23	23
Promedio aritmético	-34.0	-5.40	9.1
Promedio ponderado	-38.0	-5.90	9.2

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

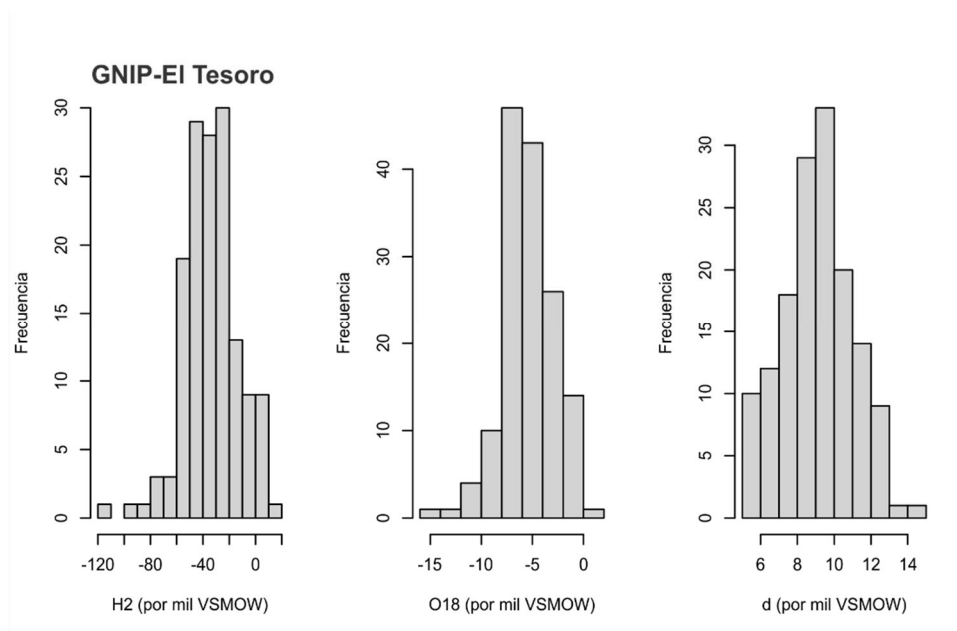


Figura 99. Histogramas, estación GNIP-EI Tesoro (Corozal)

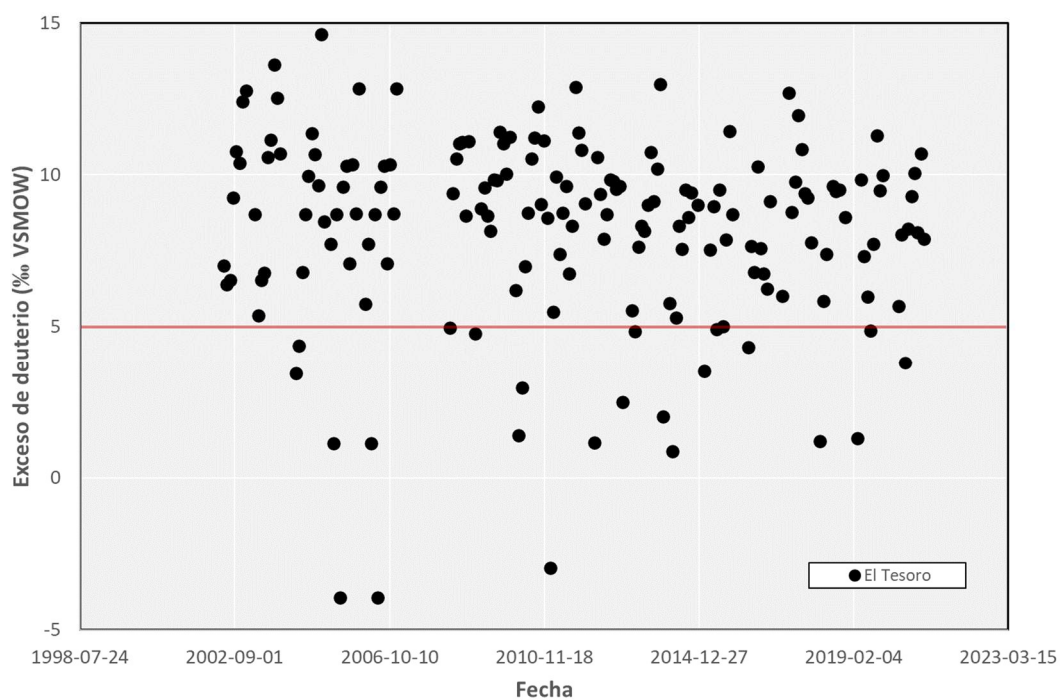


Figura 100. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-El Tesoro (Corozal)

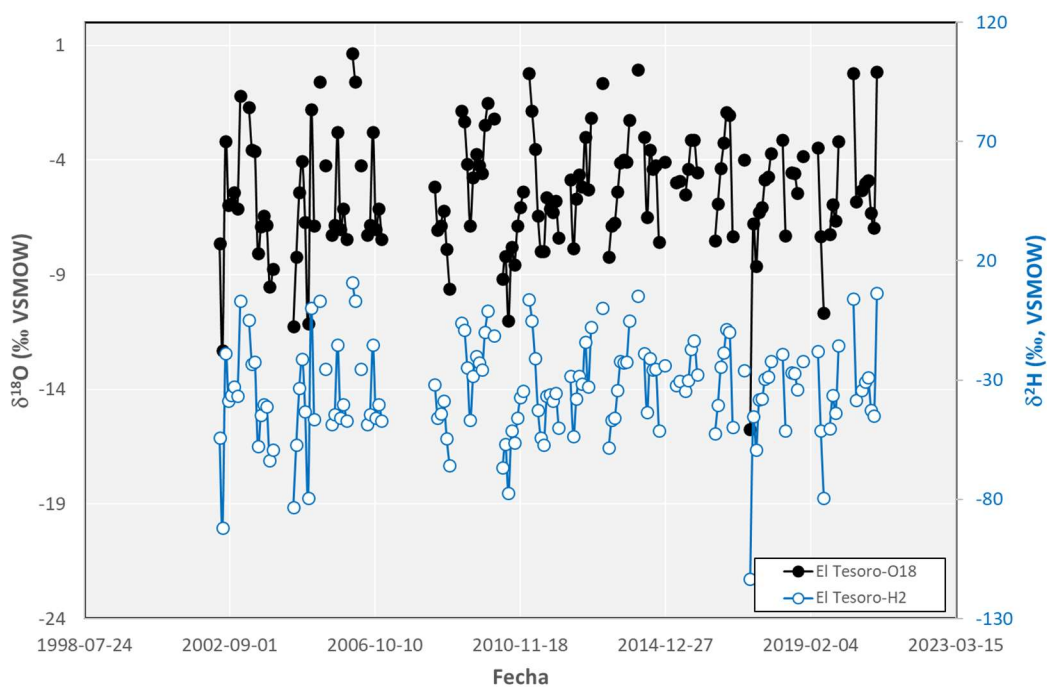


Figura 101. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-El Tesoro (Corozal)

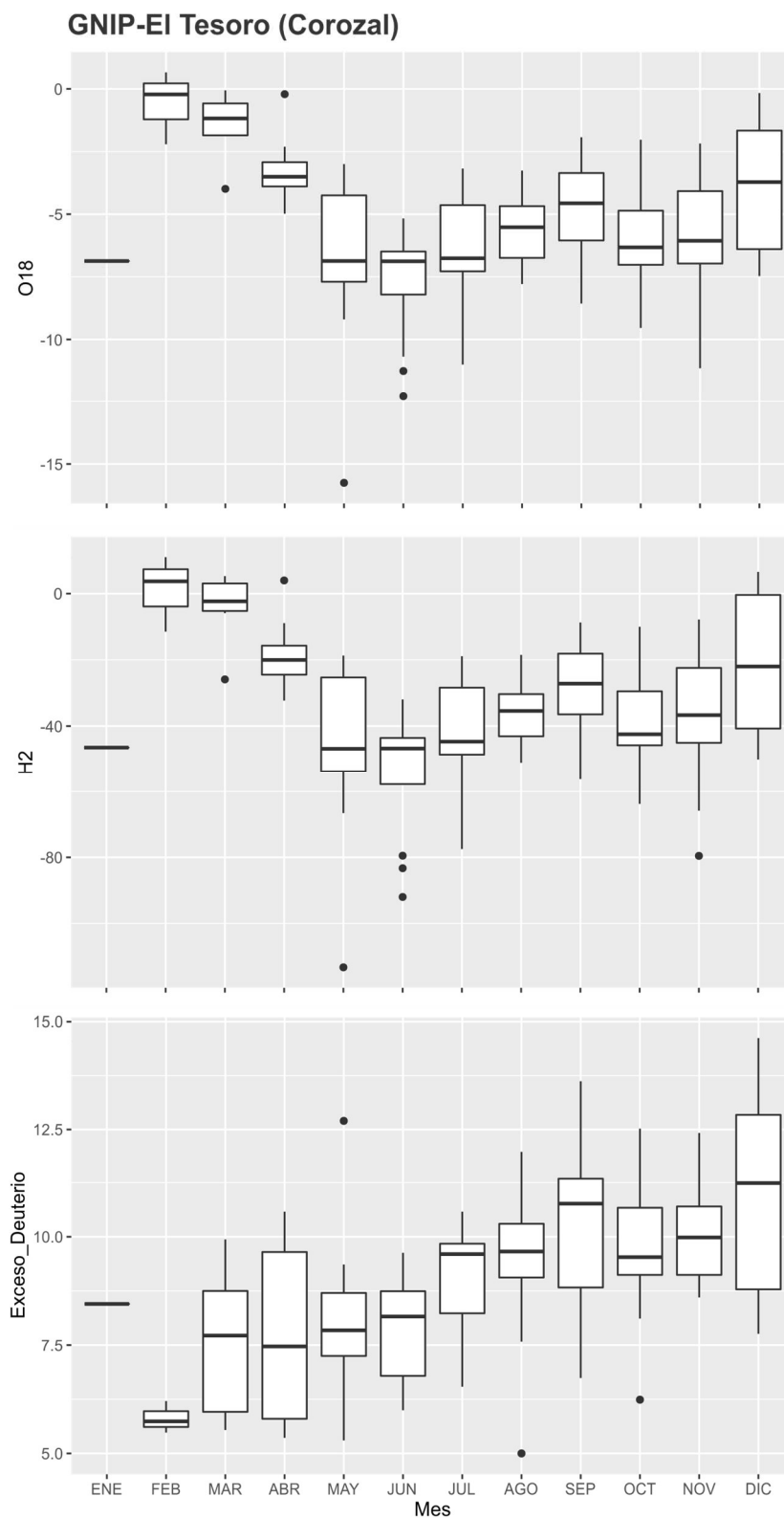


Figura 102. Variación mensual, estación GNIP-EI Tesoro (Corozal)

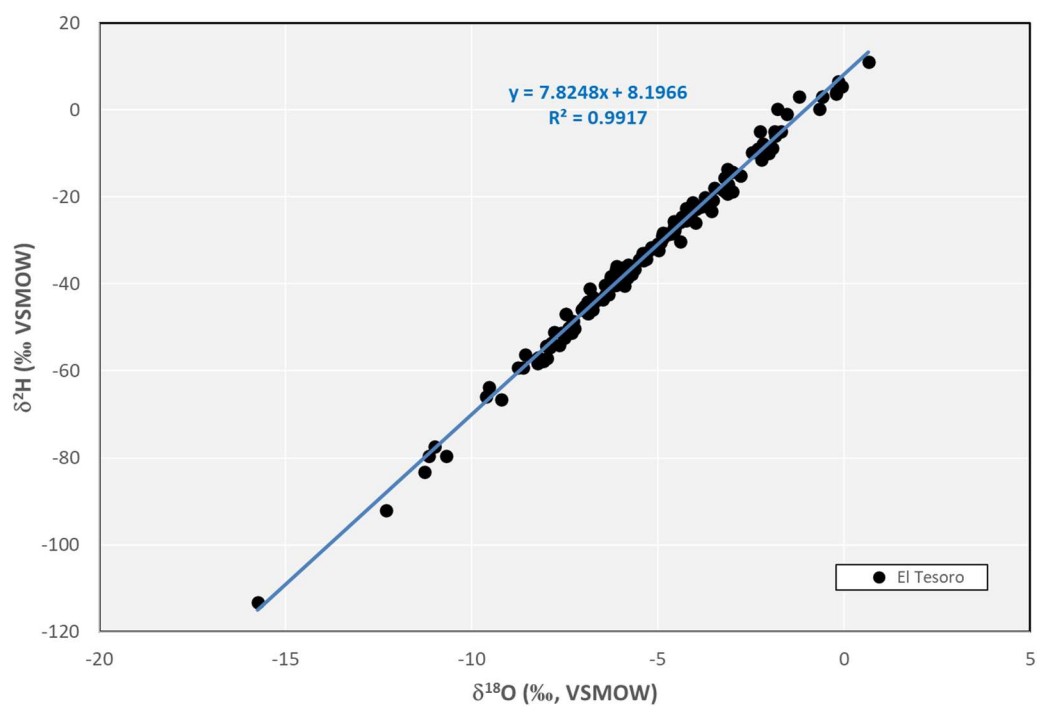


Figura 103. Recta meteórica local, estación GNIP-El Tesoro (Corozal)

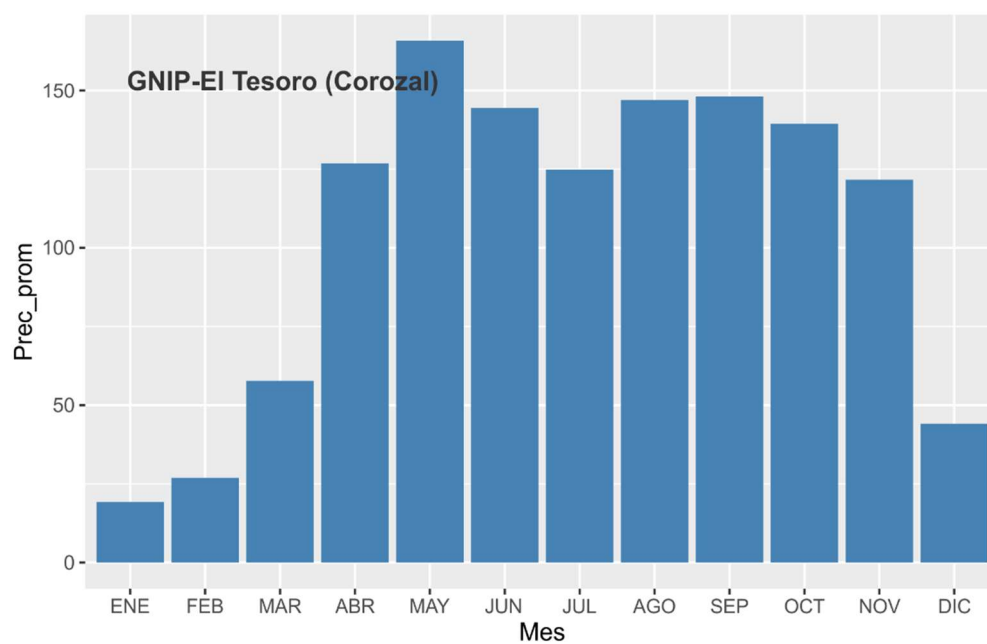


Figura 104. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-El Tesoro (Corozal)

3.5 GNIP-Toluvejo

Tabla 19. Estadística descriptiva estación GNIP-Toluvejo

Parámetro	H2	O18	d
Media	-29.3	-4.76	8.8
Mediana	-30.2	-5.01	8.7
Desviación estándar	14.4	1.77	1.6
Curtosis	-0.7	-0.43	0.9
Coefficiente de asimetría	0.0	0.10	0.7
Rango	52.7	6.93	7.1
Mínimo	-55.8	-8.08	6.1
Máximo	-3.1	-1.16	13.2
Datos utilizados	25	25	25
Datos descartados	1	1	1
Promedio aritmético	-29.3	-4.76	8.8
Promedio ponderado	-32.8	-5.19	8.7

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

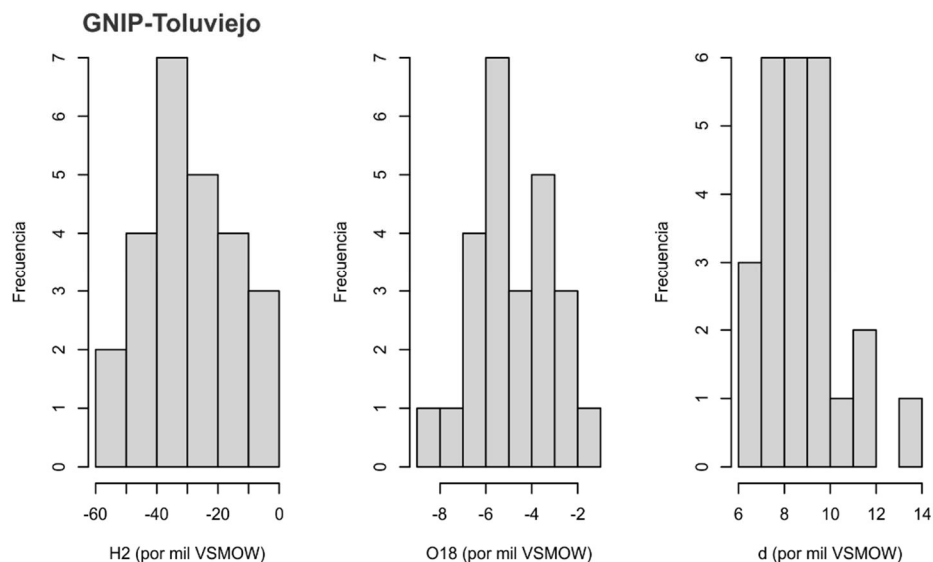


Figura 105. Histogramas, estación GNIP-Toluvejo

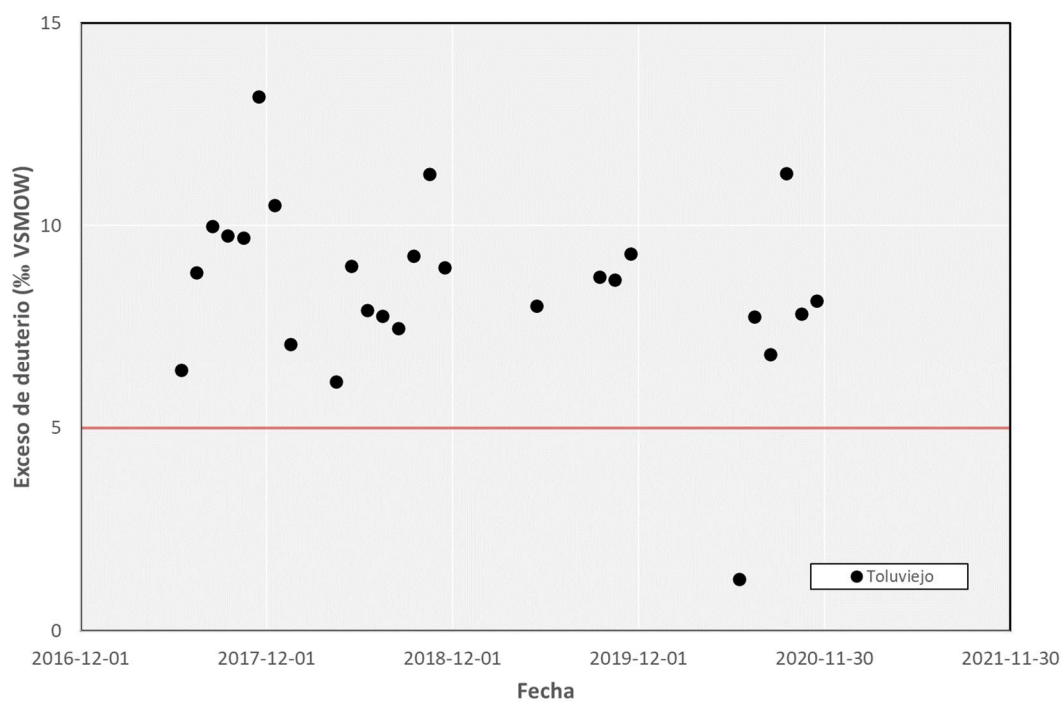


Figura 106. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Toluvejo

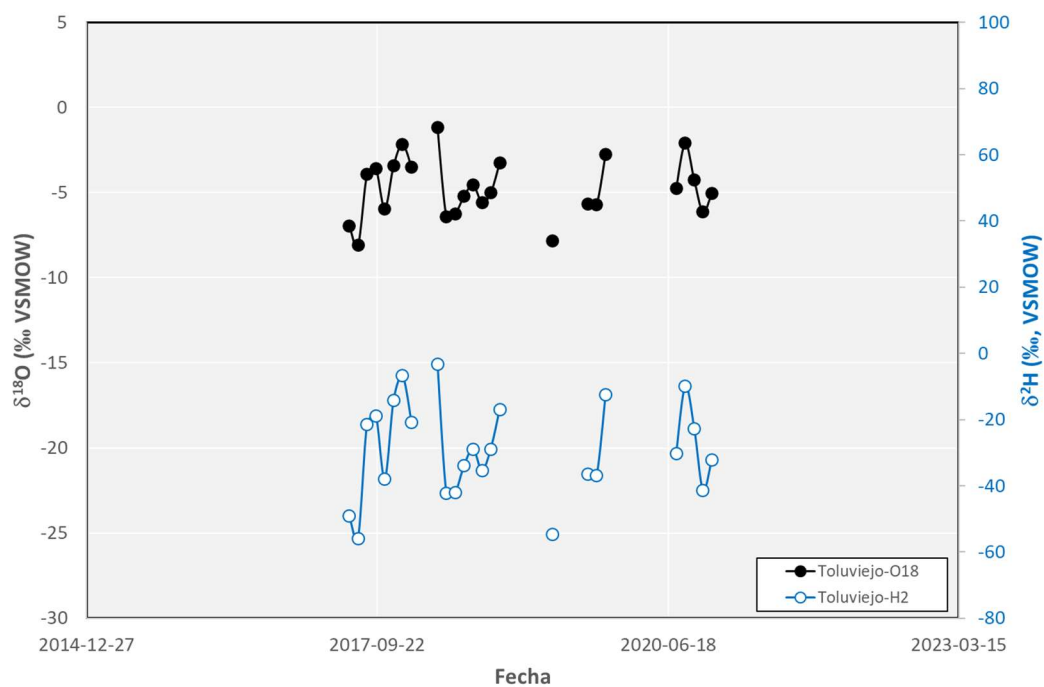


Figura 107. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Toluvejo

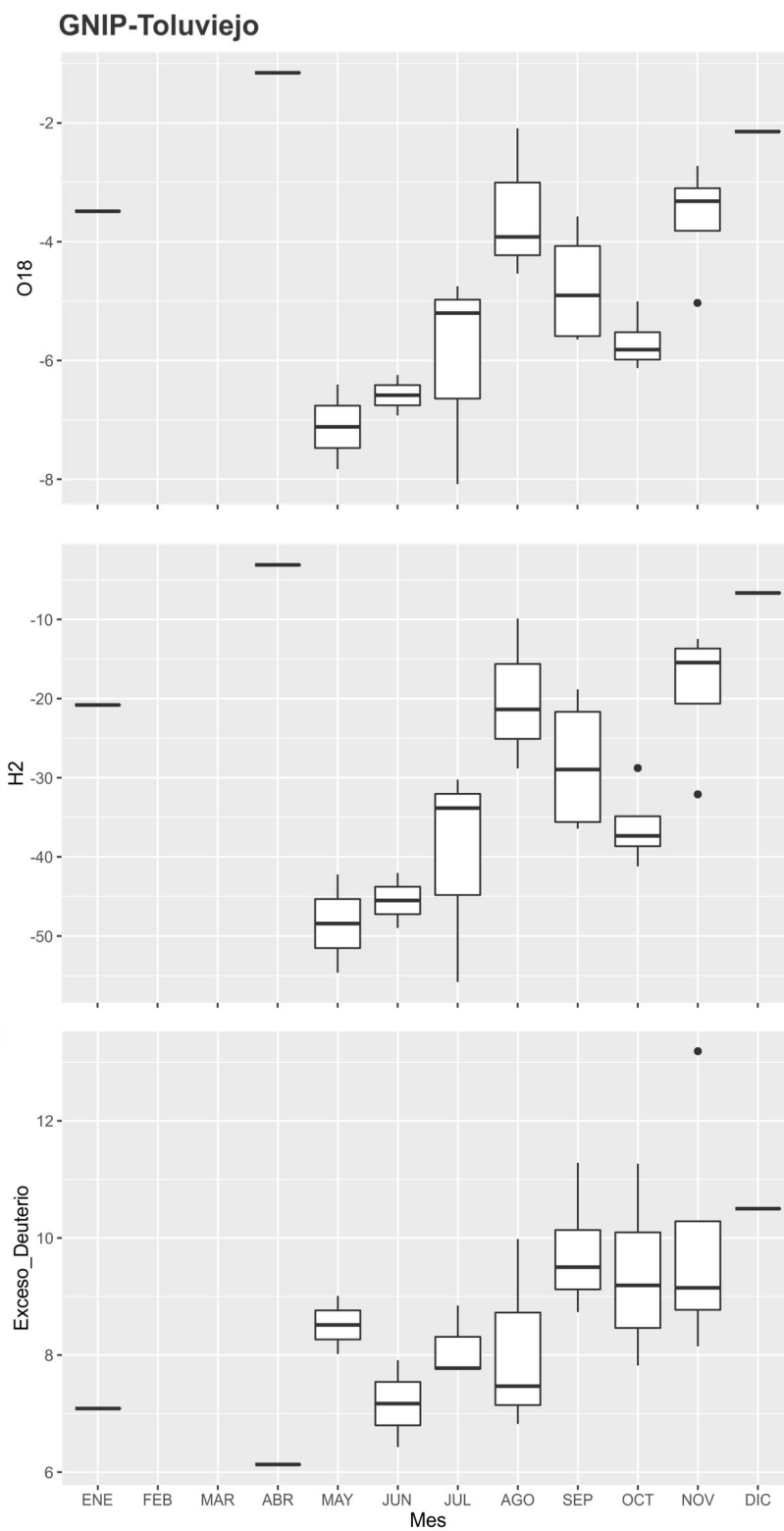


Figura 108. Variación mensual, estación GNIP-Toluviejo

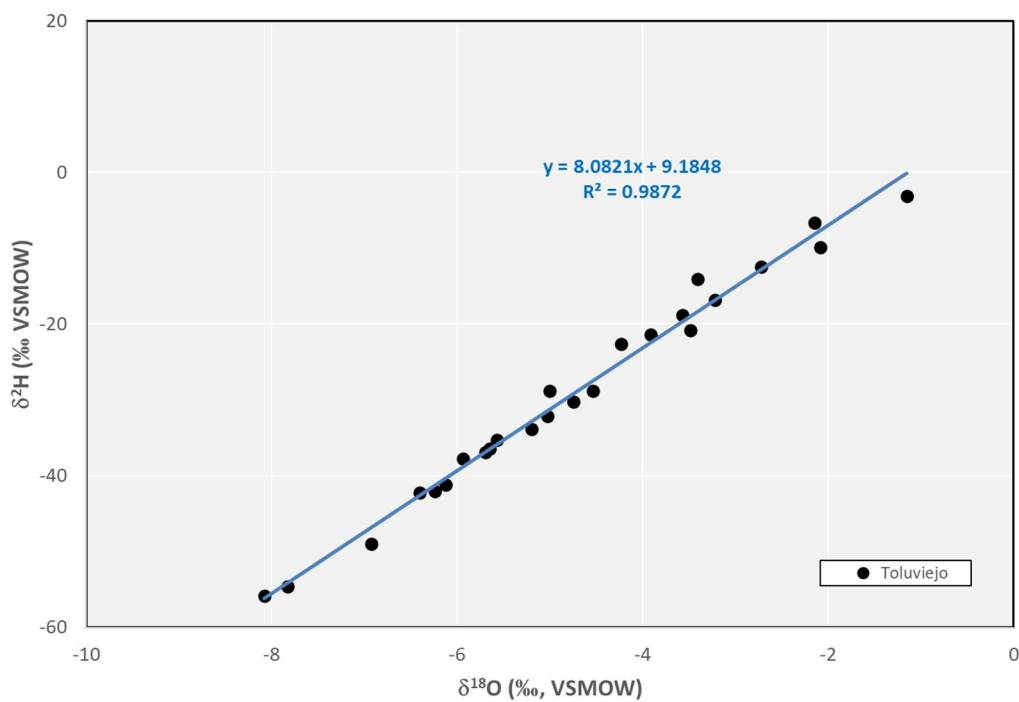


Figura 109. Recta meteórica local, estación GNIP-Toluvejo

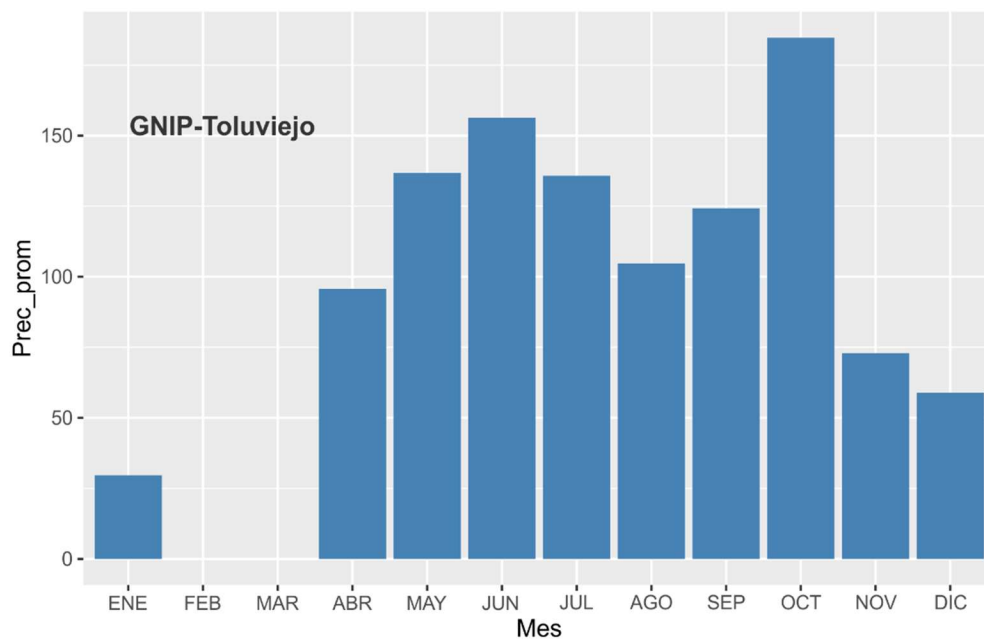


Figura 110. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Toluvejo

4 Estaciones GNIP (series cortas, proyectos OIEA)

4.1 GNIP-EI Picacho

Tabla 20. Estadística descriptiva estación GNIP-EI Picacho

Parámetro	H2	O18	d
Media	-75.2	-11.06	13.2
Mediana	-72.7	-10.90	13.8
Desviación estándar	32.2	3.96	2.3
Curtosis	0.9	1.47	-0.3
Coefficiente de asimetría	-0.8	-0.93	-0.9
Rango	130.8	16.36	7.7
Mínimo	-157.3	-21.64	8.4
Máximo	-26.6	-5.28	16.1
Datos utilizados	19.0	19.00	19.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-75.2	-11.06	13.2
Promedio ponderado	-84.0	-12.13	13.0

NOTA: Valores en notación delta, en por mil respecto al VSMOW

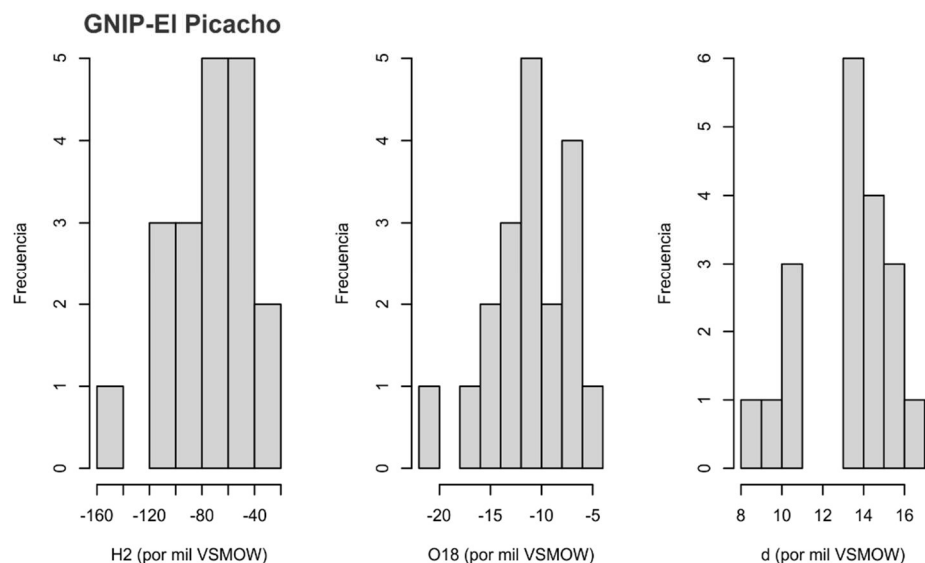


Figura 111. Histogramas, estación GNIP-EI Picacho

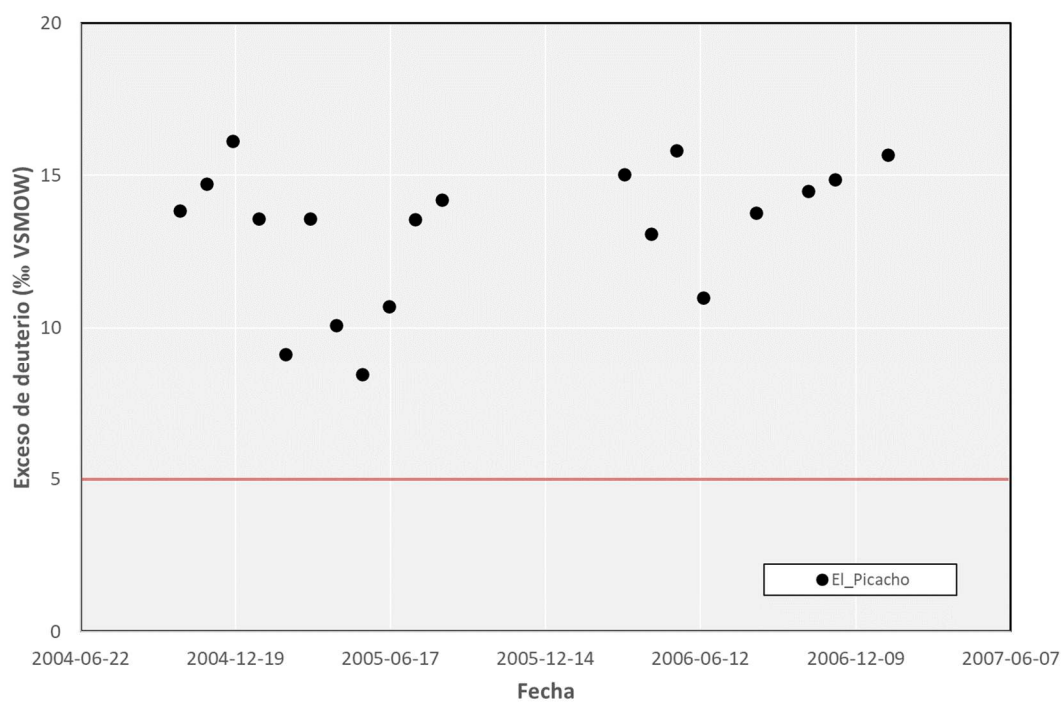


Figura 112. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-El Picacho

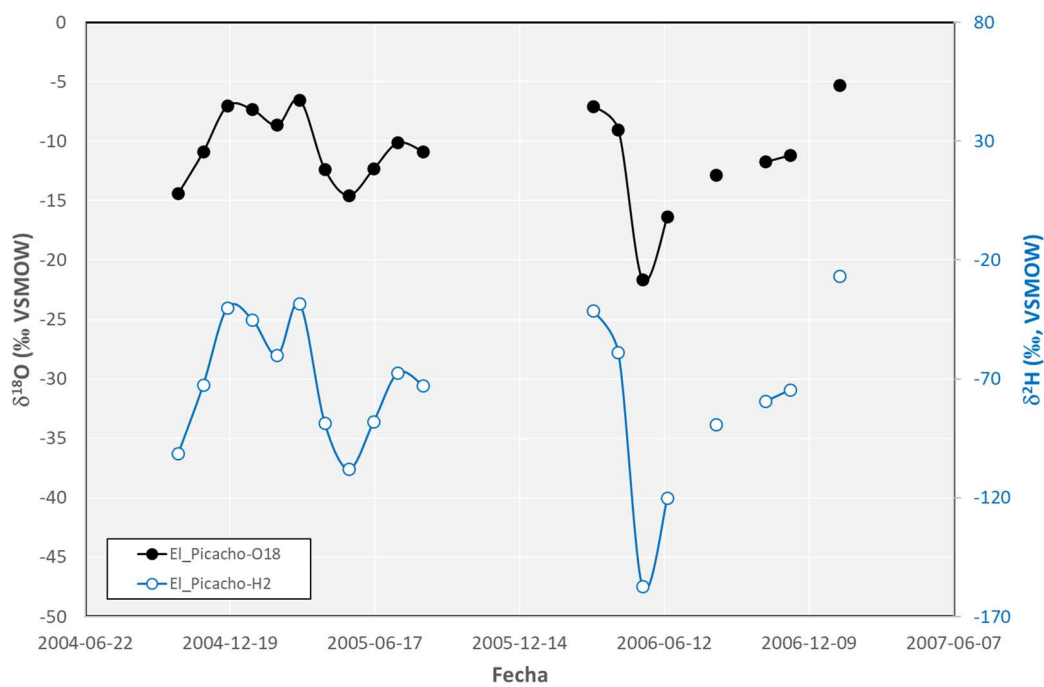


Figura 113. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-El Picacho

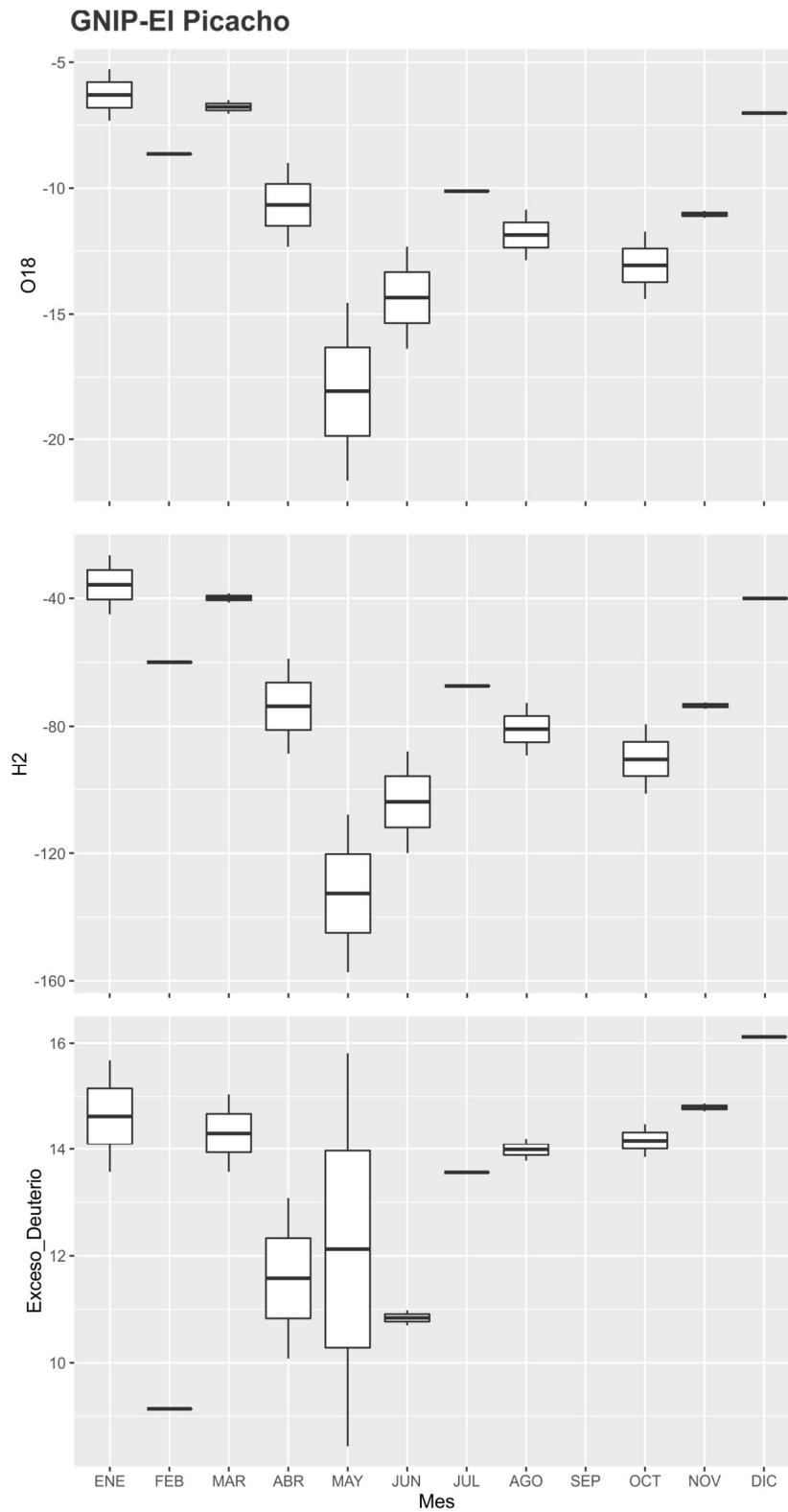


Figura 114. Variación mensual, estación GNIP-EI Picacho

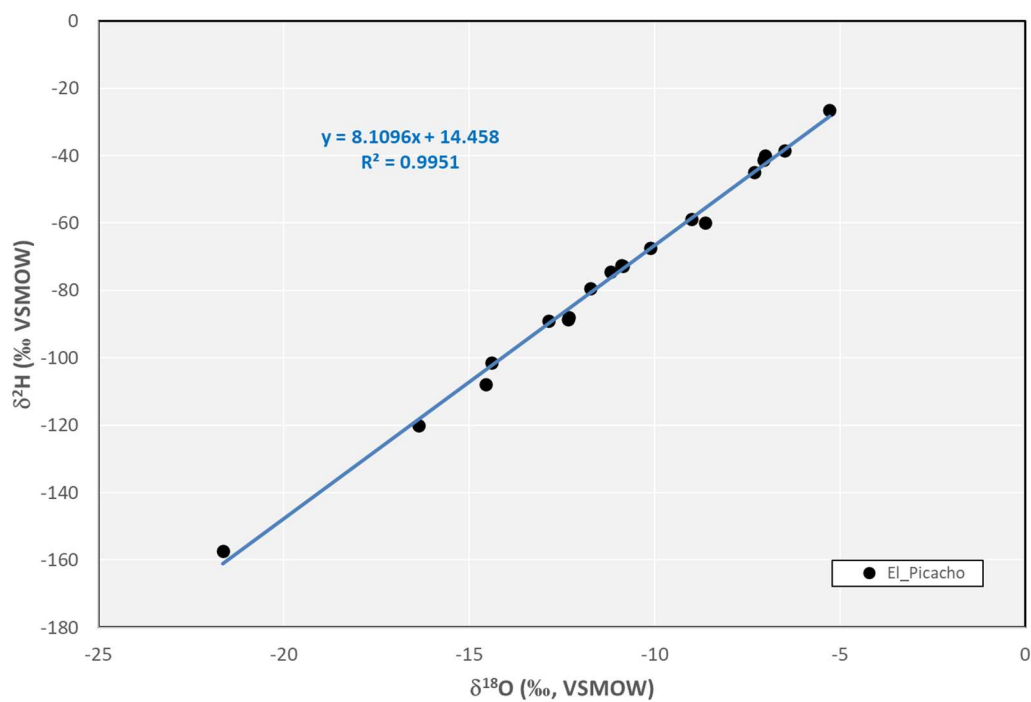


Figura 115. Recta meteórica local, estación GNIP-El Picacho

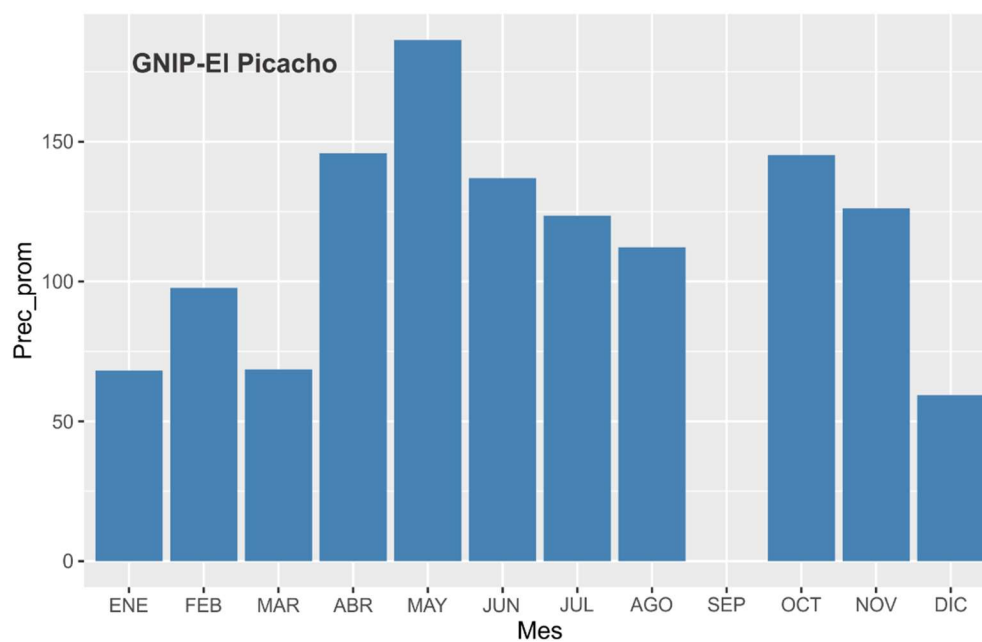


Figura 116. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-El Picacho

4.2 GNIP-La Casita

Tabla 21. Estadística descriptiva estación GNIP-La Casita

Parámetro	H2	O18	d
Media	-57.3	-8.57	11.2
Mediana	-56.3	-8.52	11.6
Desviación estándar	26.4	3.10	2.7
Curtosis	-0.8	-0.58	0.2
Coefficiente de asimetría	-0.3	-0.38	-0.6
Rango	89.4	10.84	10.6
Mínimo	-107.3	-14.81	5.3
Máximo	-17.8	-3.97	15.9
Datos utilizados	18.0	18.00	18.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-57.3	-8.57	11.2
Promedio ponderado	-61.6	-9.09	11.1

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

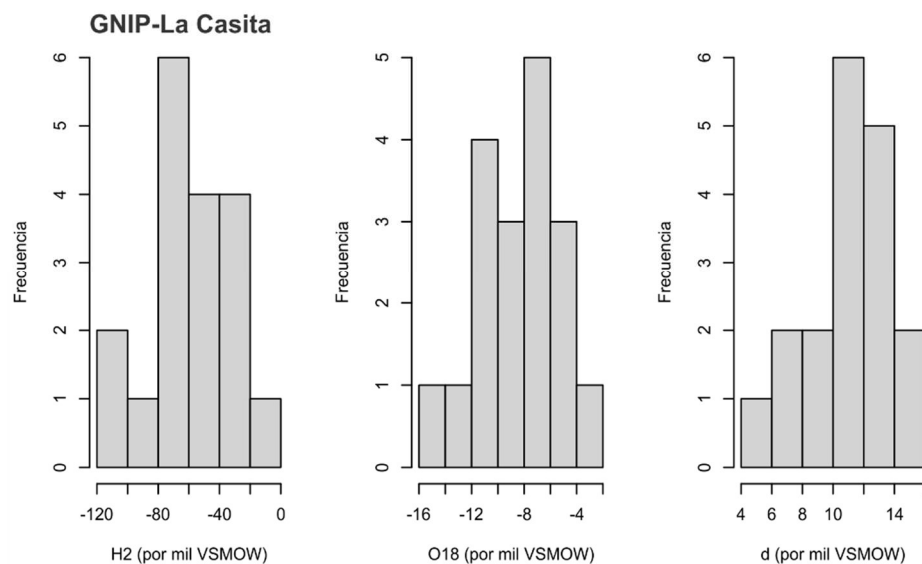


Figura 117. Histogramas, estación GNIP-La Casita

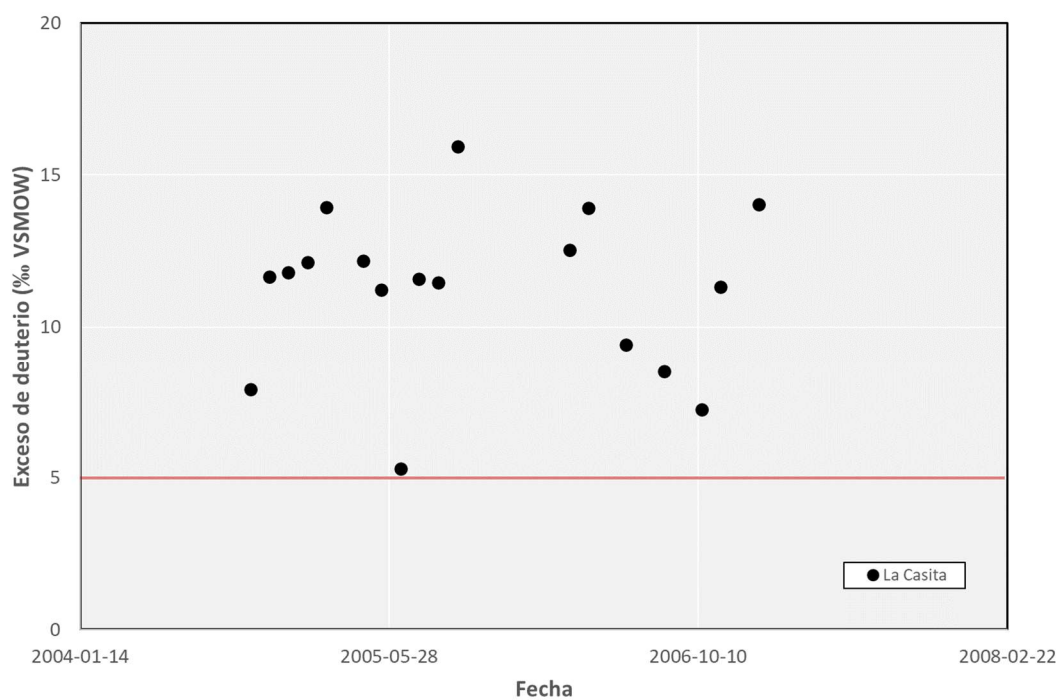


Figura 118. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-La Casita

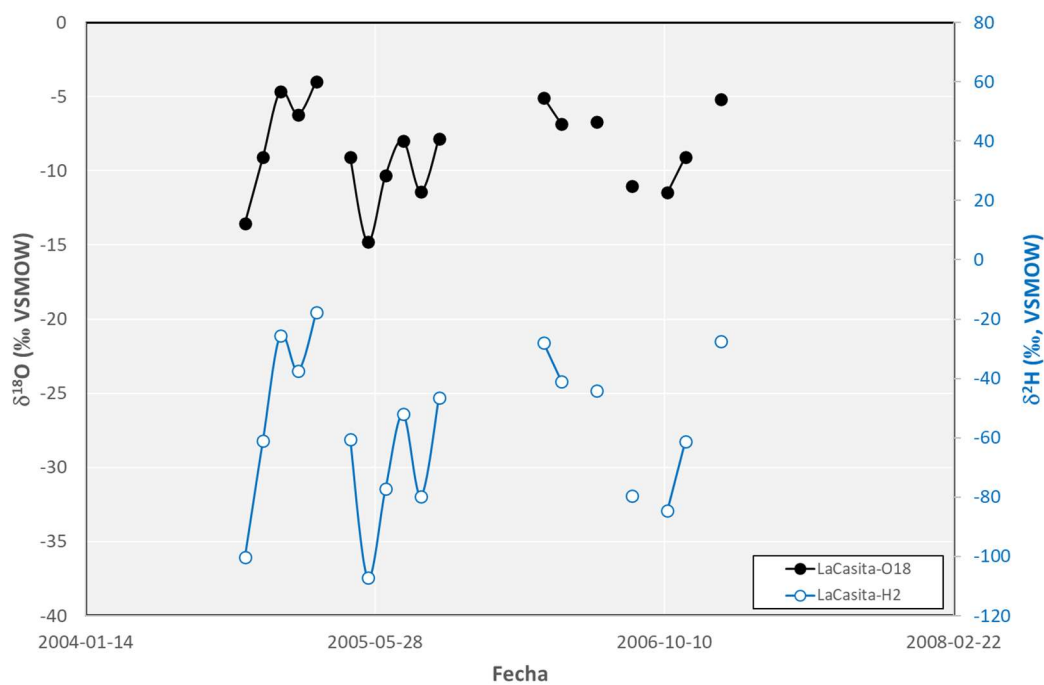


Figura 119. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-La Casita

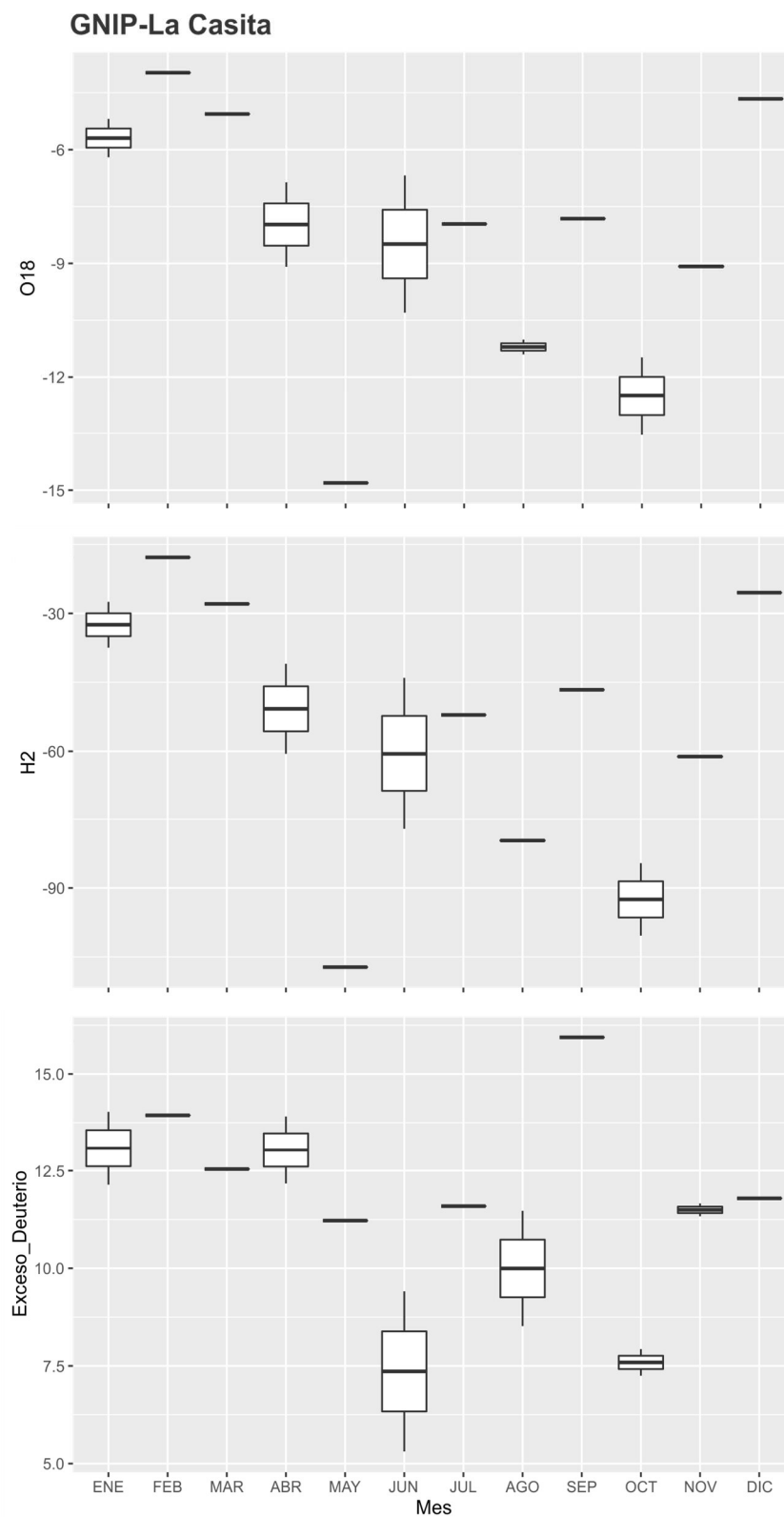


Figura 120. Variación mensual, estación GNIP-La Casita

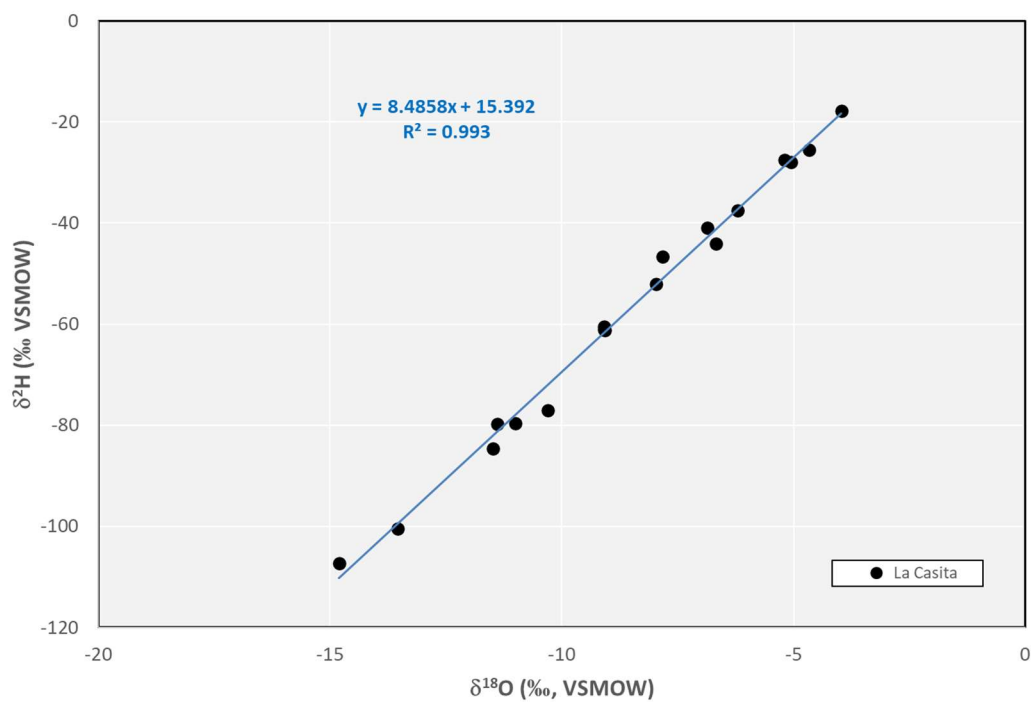


Figura 121. Recta meteórica local, estación GNIP-La Casita

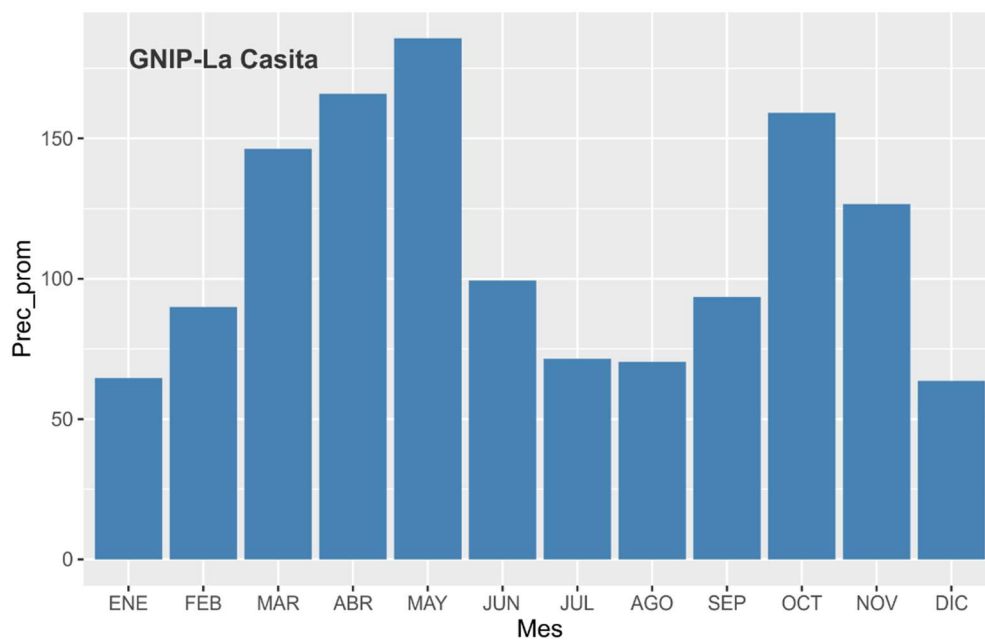


Figura 122. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-La Casita

4.3 GNIP-Tona

Tabla 22. Estadística descriptiva estación GNIP-Tona

Parámetro	H2	O18	d
Media	-54.1	-8.21	11.7
Mediana	-51.2	-8.10	12.3
Desviación estándar	32.0	3.85	2.7
Curtosis	0.8	1.29	-1.0
Coefficiente de asimetría	-0.8	-0.95	-0.3
Rango	121.4	14.83	9.3
Mínimo	-135.0	-18.42	6.8
Máximo	-13.7	-3.59	16.1
Datos utilizados	19.0	19.00	19.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-54.1	-8.21	11.7
Promedio ponderado	-62.5	-9.23	11.3

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

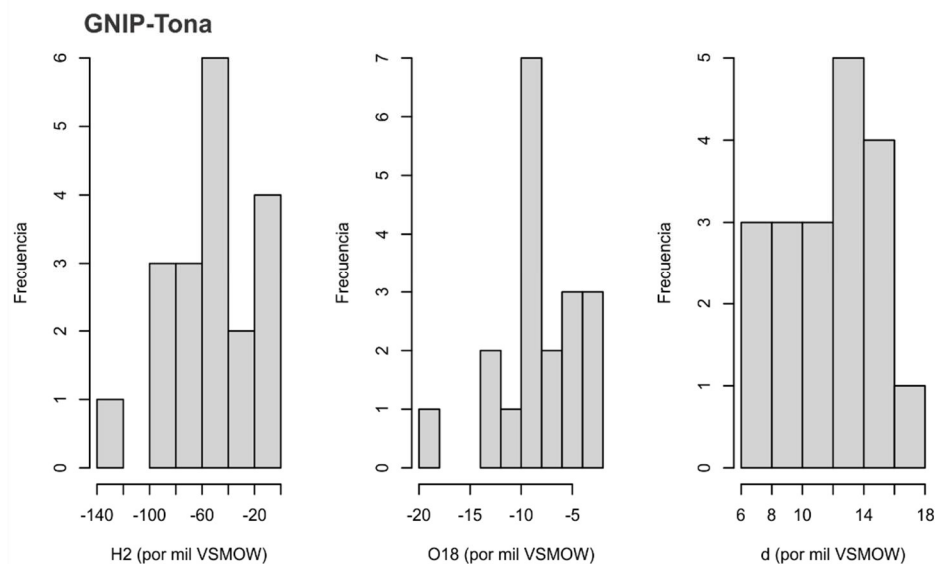


Figura 123. Histogramas, estación GNIP-Tona

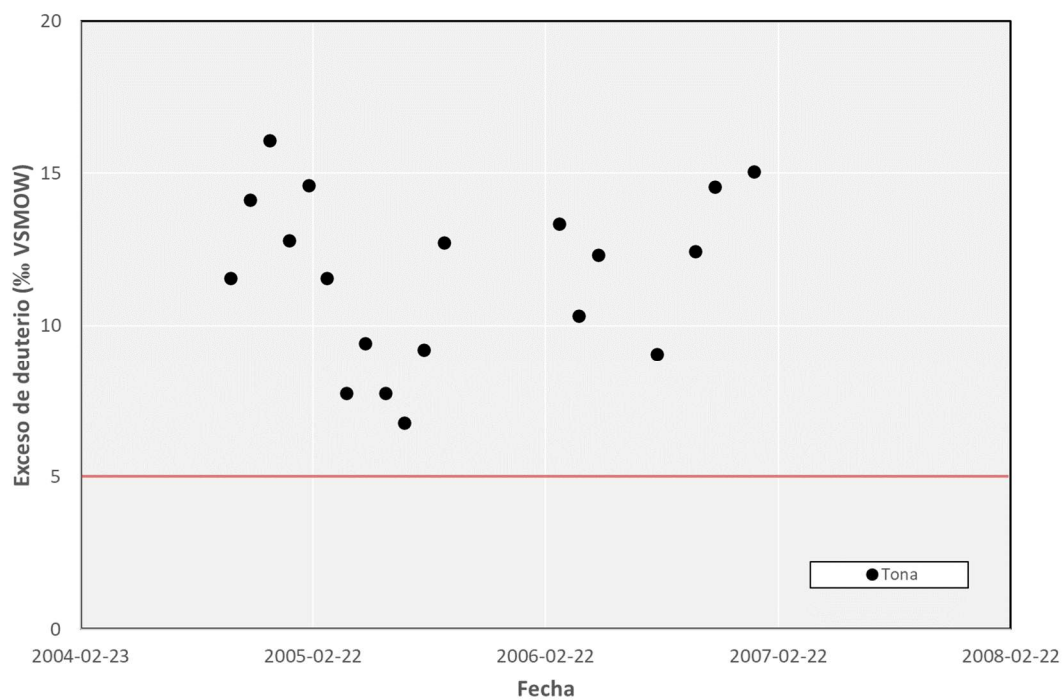


Figura 124. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Tona

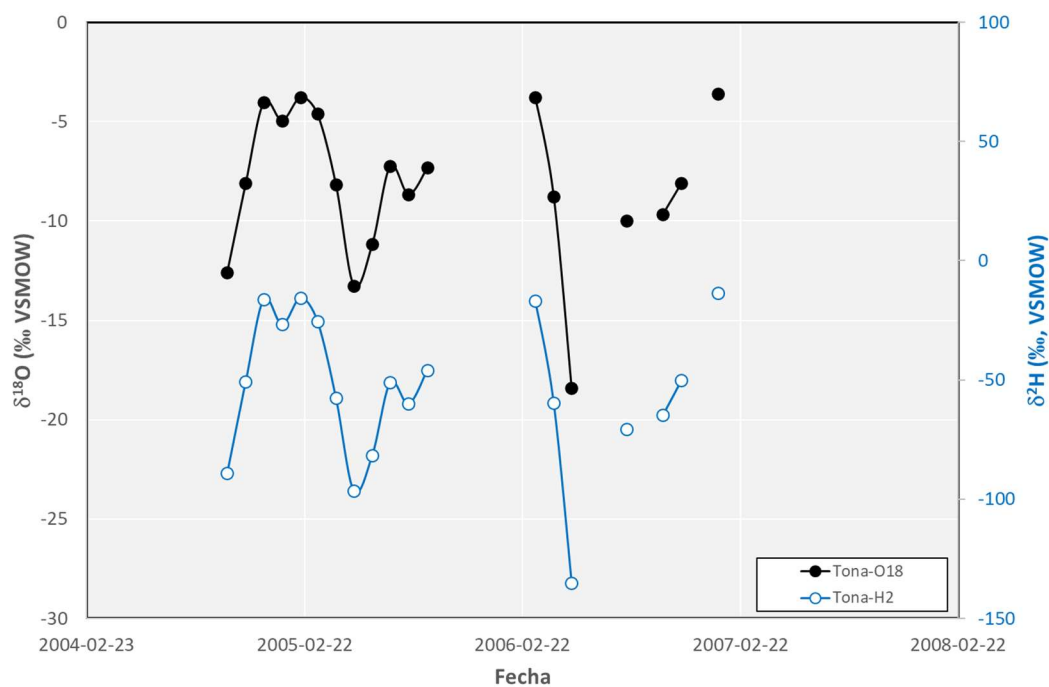


Figura 125. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Tona

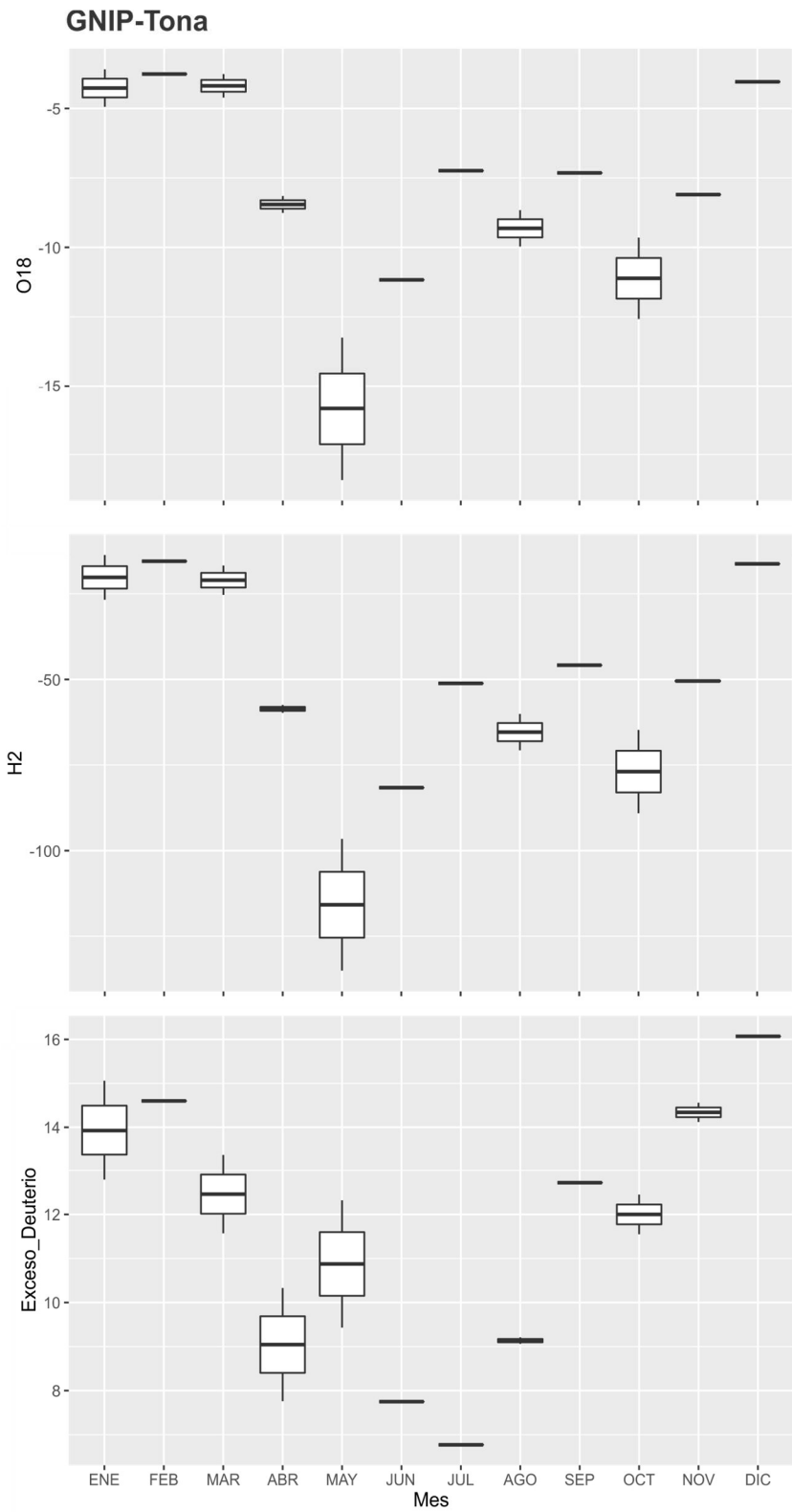


Figura 126. Variación mensual, estación GNIP-Tona

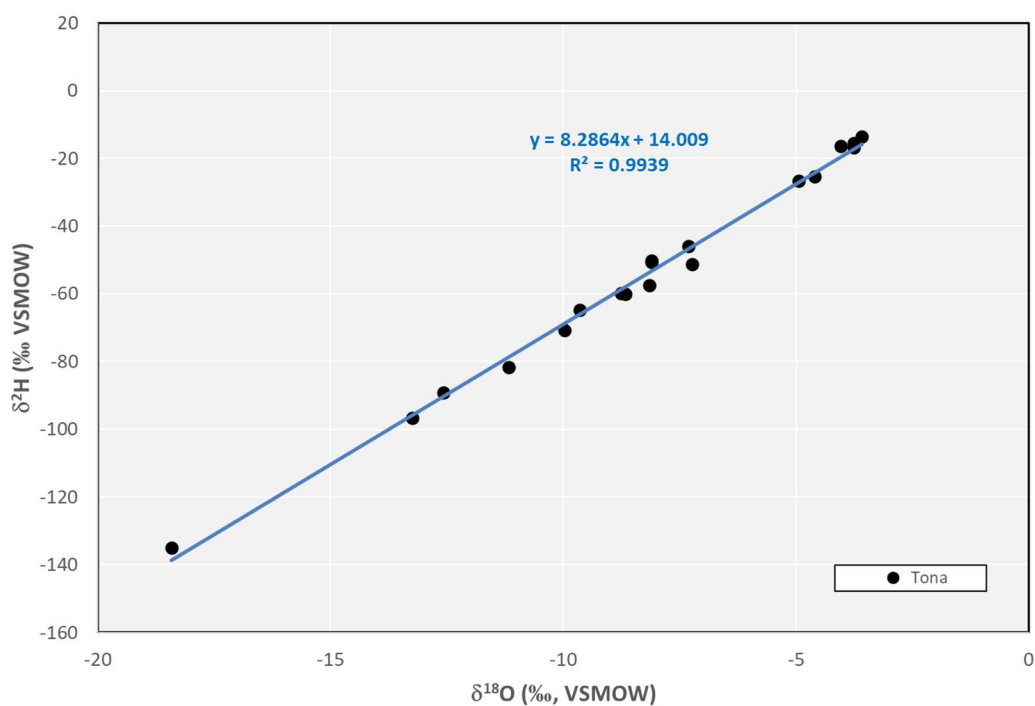


Figura 127. Recta meteórica local, estación GNIP-Tona

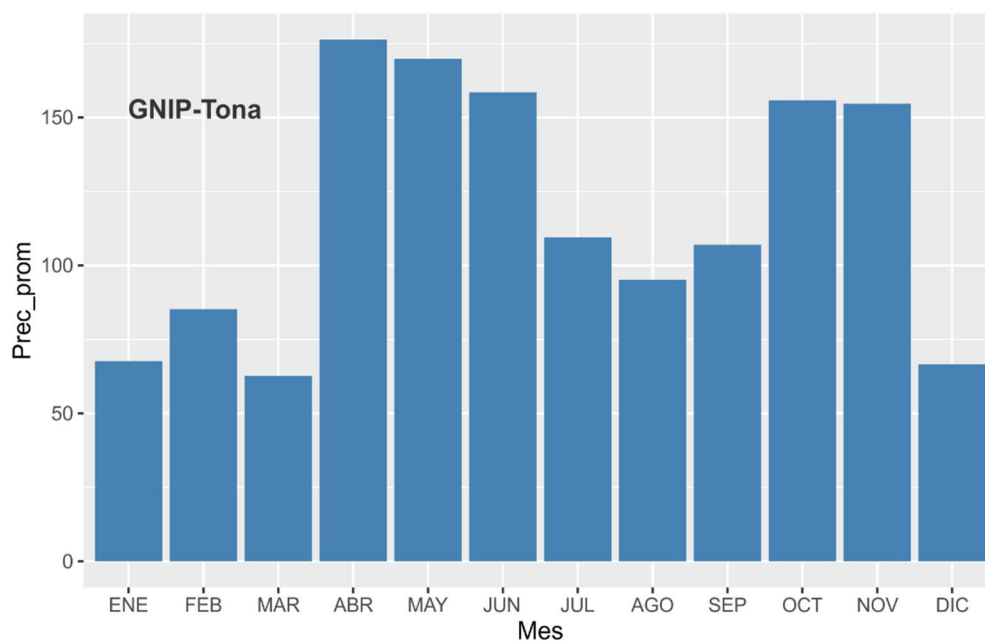


Figura 128. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Tona

4.4 GNIP-La Galvicia

Tabla 23. Estadística descriptiva estación GNIP-La Galvicia

Parámetro	H2	O18	d
Media	-47.1	-7.43	12.3
Mediana	-49.7	-7.80	12.5
Desviación estándar	28.7	3.40	2.3
Curtosis	-1.1	-1.06	0.6
Coefficiente de asimetría	-0.2	-0.22	0.7
Rango	91.6	10.54	9.7
Mínimo	-97.8	-13.27	8.4
Máximo	-6.2	-2.73	18.1
Datos utilizados	20.0	20.00	20.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-47.1	-7.43	12.3
Promedio ponderado	-48.6	-7.63	12.5

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

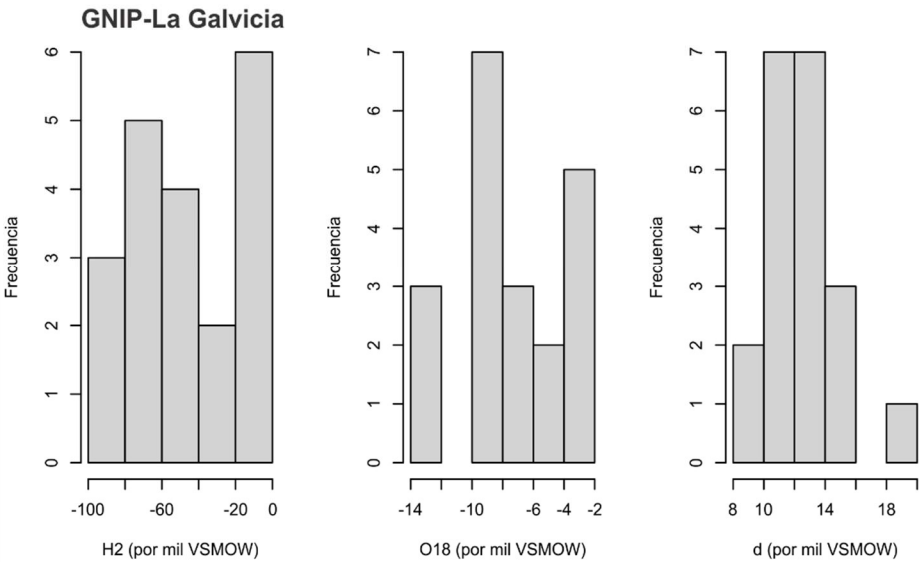


Figura 129. Histogramas, estación GNIP-La Galvicia

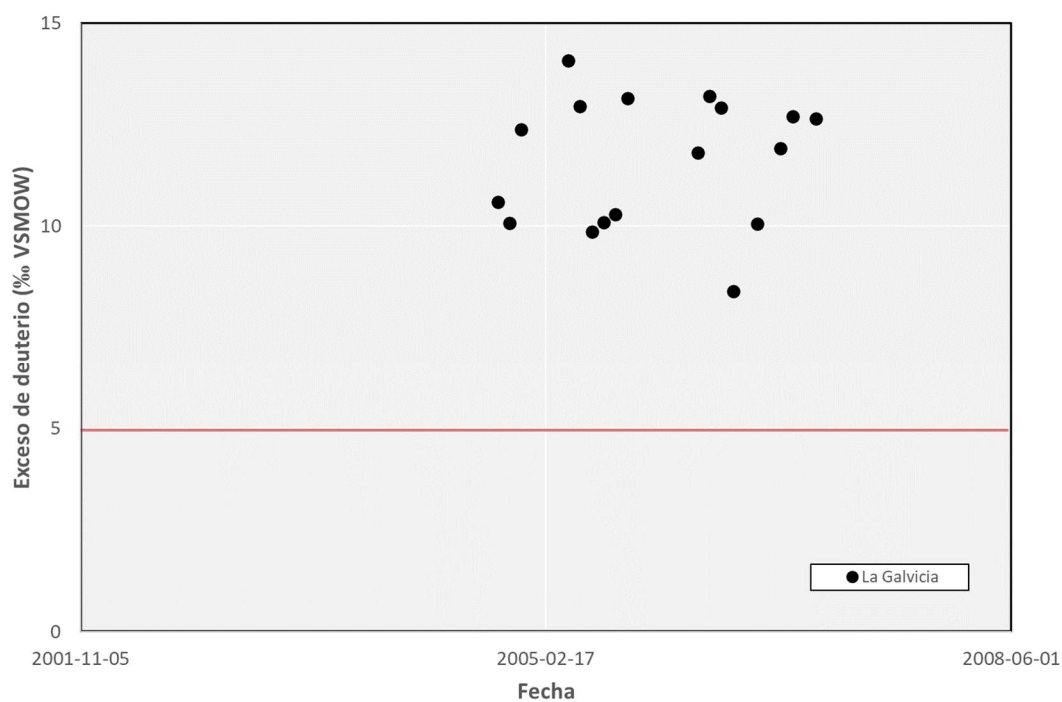


Figura 130. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-La Galvicia

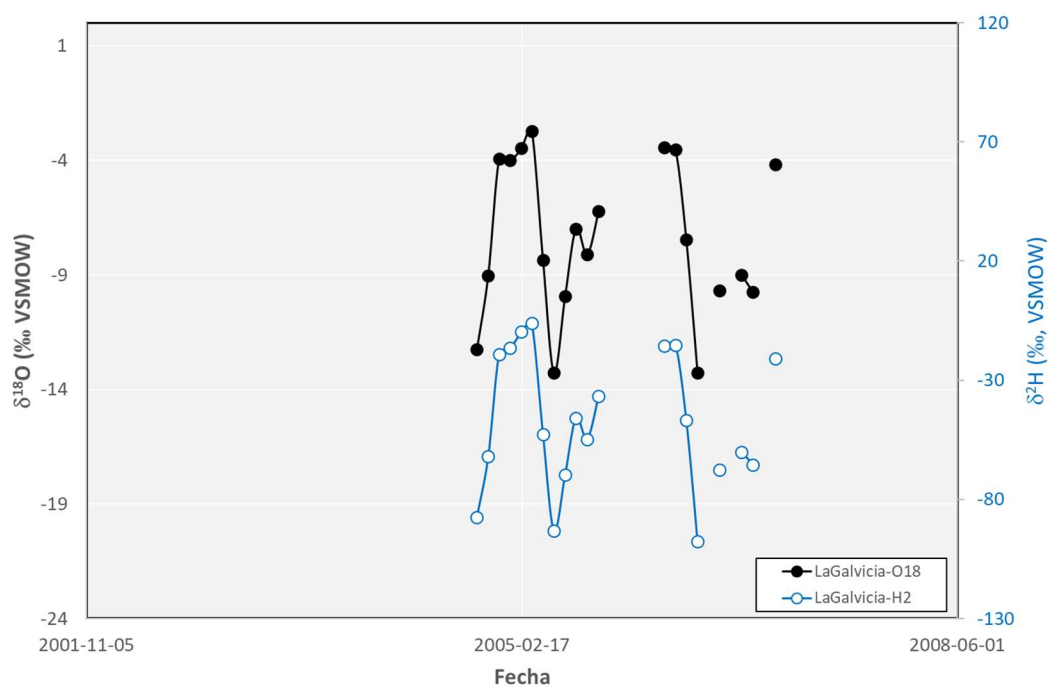


Figura 131. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-La Galvicia

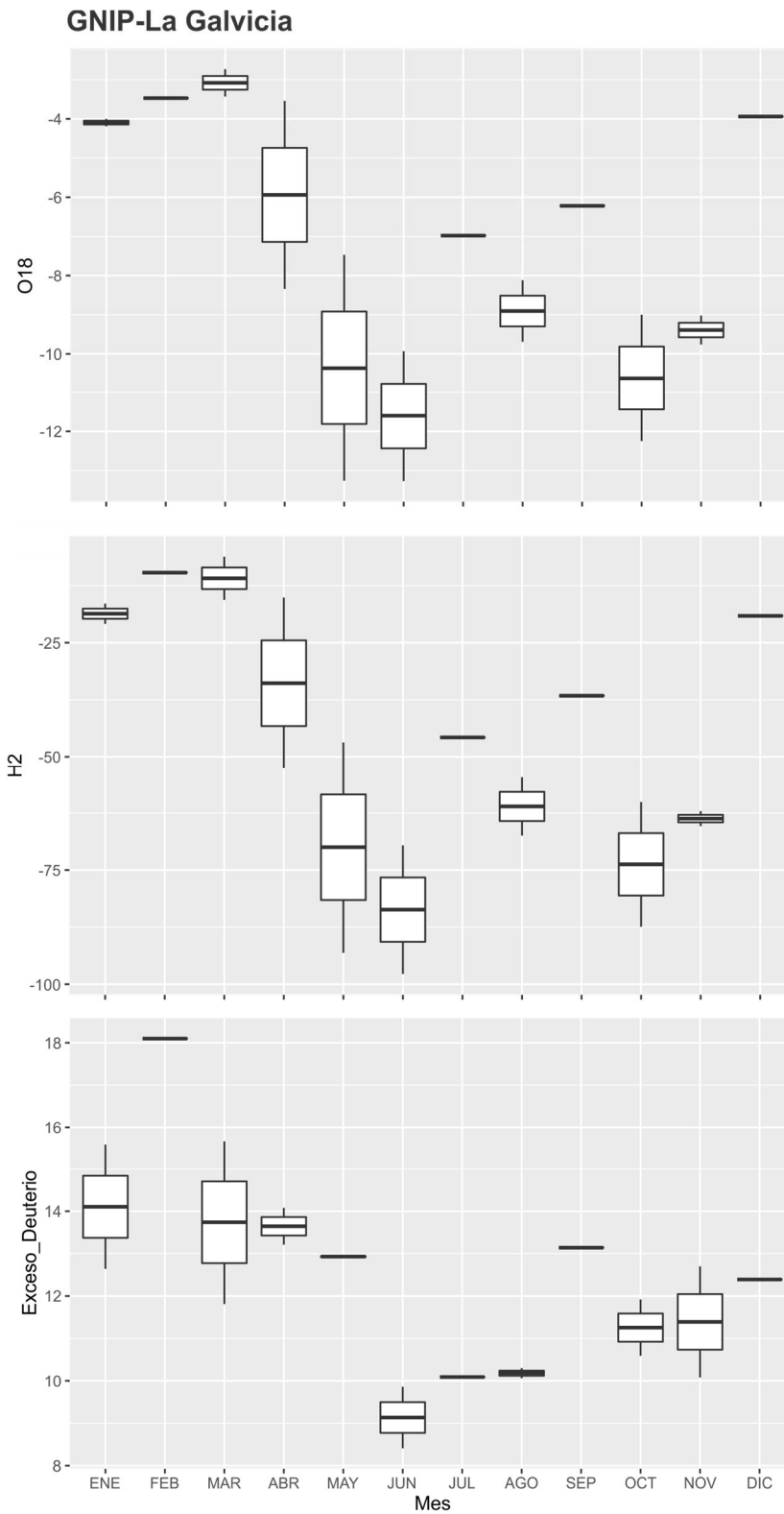


Figura 132. Variación mensual, estación GNIP-La Galvicia

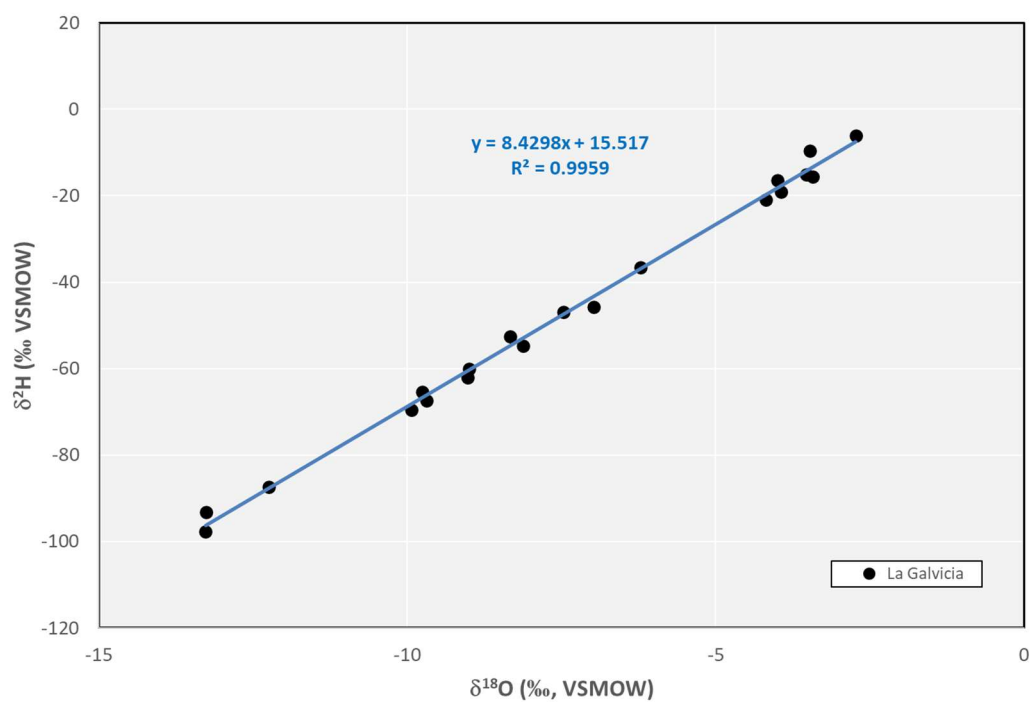


Figura 133. Recta meteórica local, estación GNIP-La Galvicia

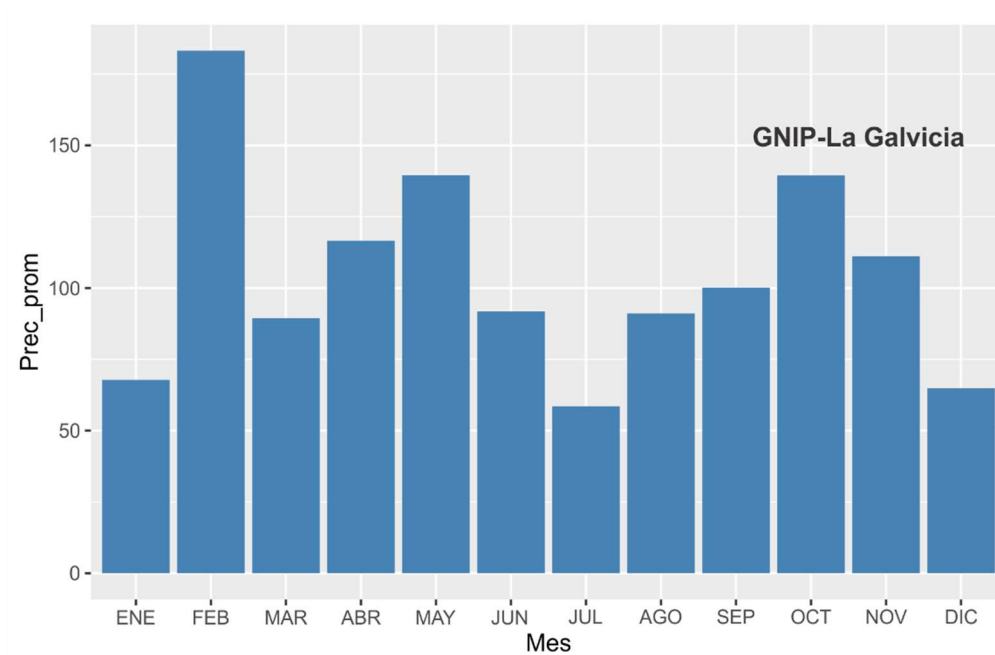


Figura 134. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-La Galvicia

4.5 GNIP-Berlín

Tabla 24. Estadística descriptiva estación GNIP-Berlín

Parámetro	H2	O18	d
Media	-70.1	-10.27	12.1
Mediana	-74.9	-10.74	13.1
Desviación estándar	34.9	4.34	2.2
Curtosis	1.7	2.13	-1.5
Coefficiente de asimetría	-0.8	-0.95	-0.3
Rango	152.1	19.02	6.4
Mínimo	-165.9	-22.60	8.6
Máximo	-13.8	-3.58	14.9
Datos utilizados	20.0	20.00	20.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-70.1	-10.27	12.1
Promedio ponderado	-81.7	-11.69	11.8

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

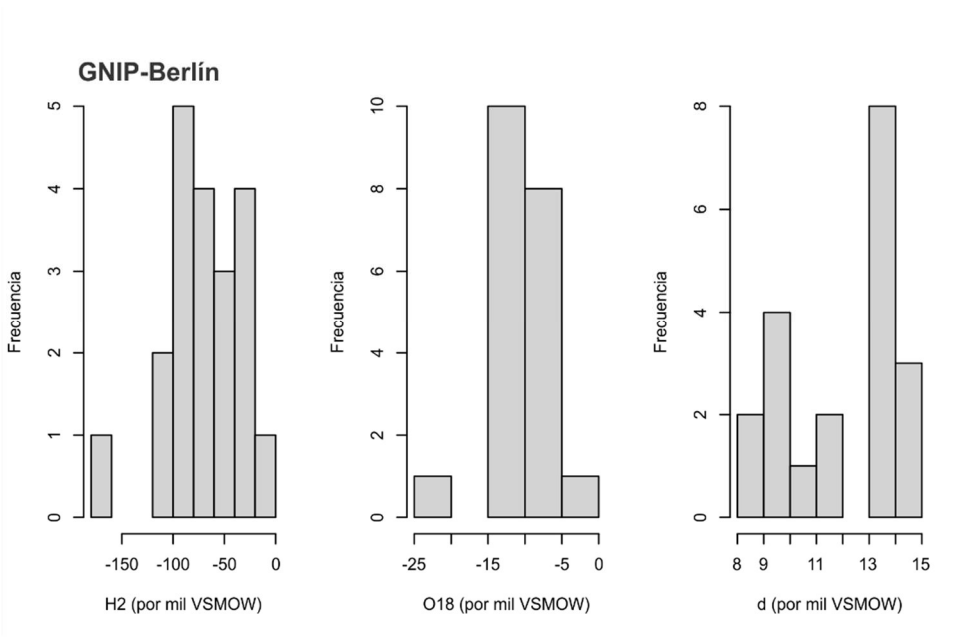


Figura 135. Histogramas, estación GNIP-Berlín

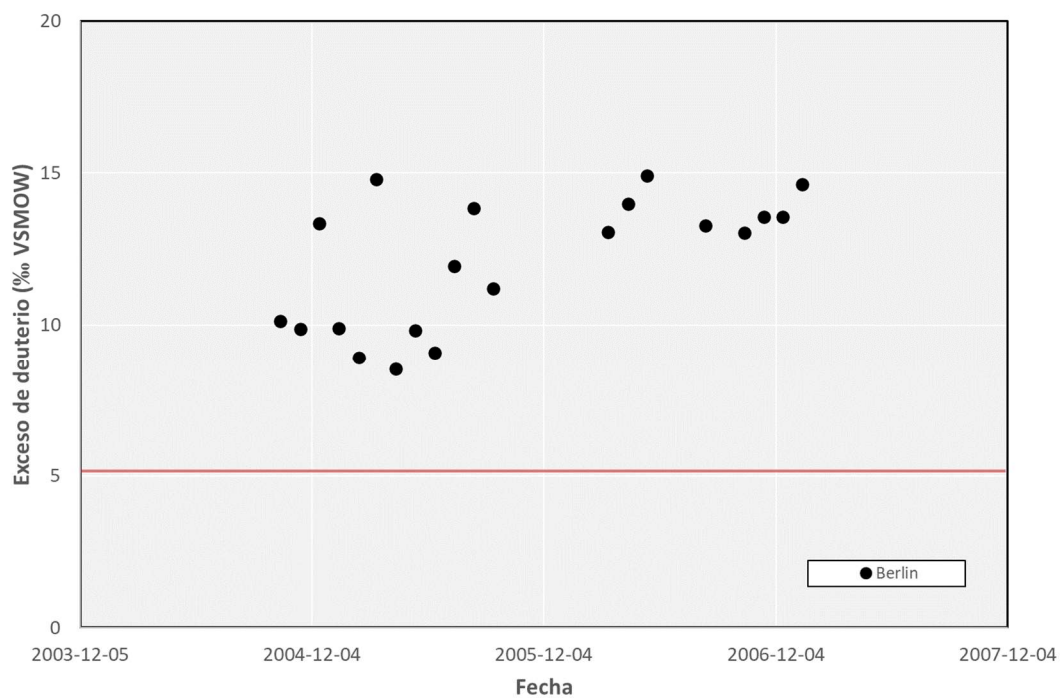


Figura 136. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Berlín

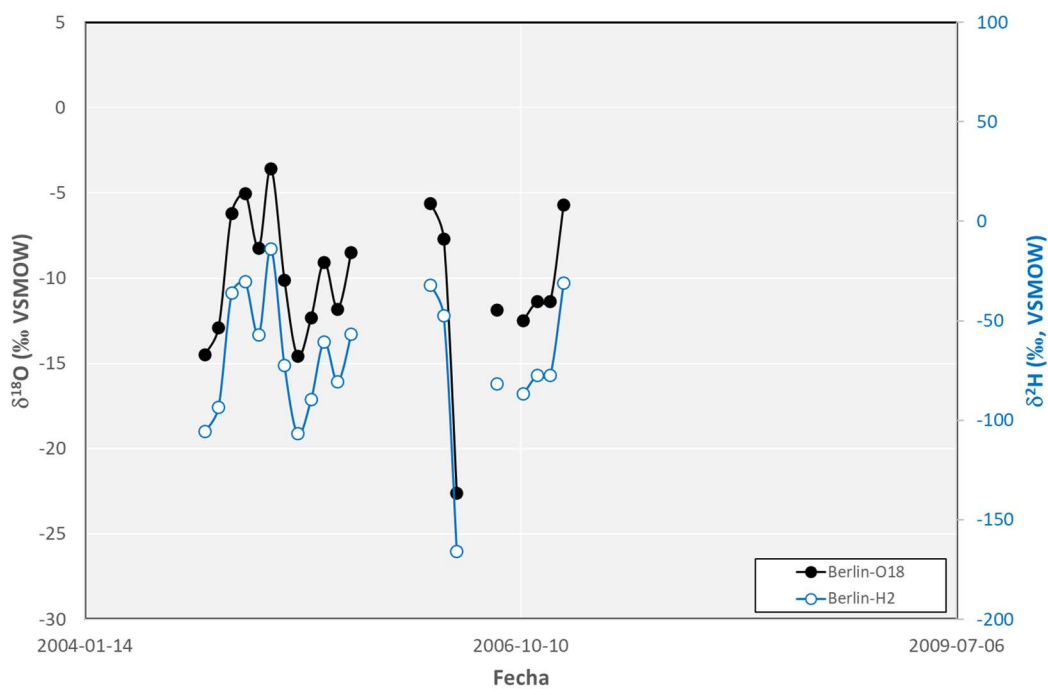


Figura 137. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Berlín

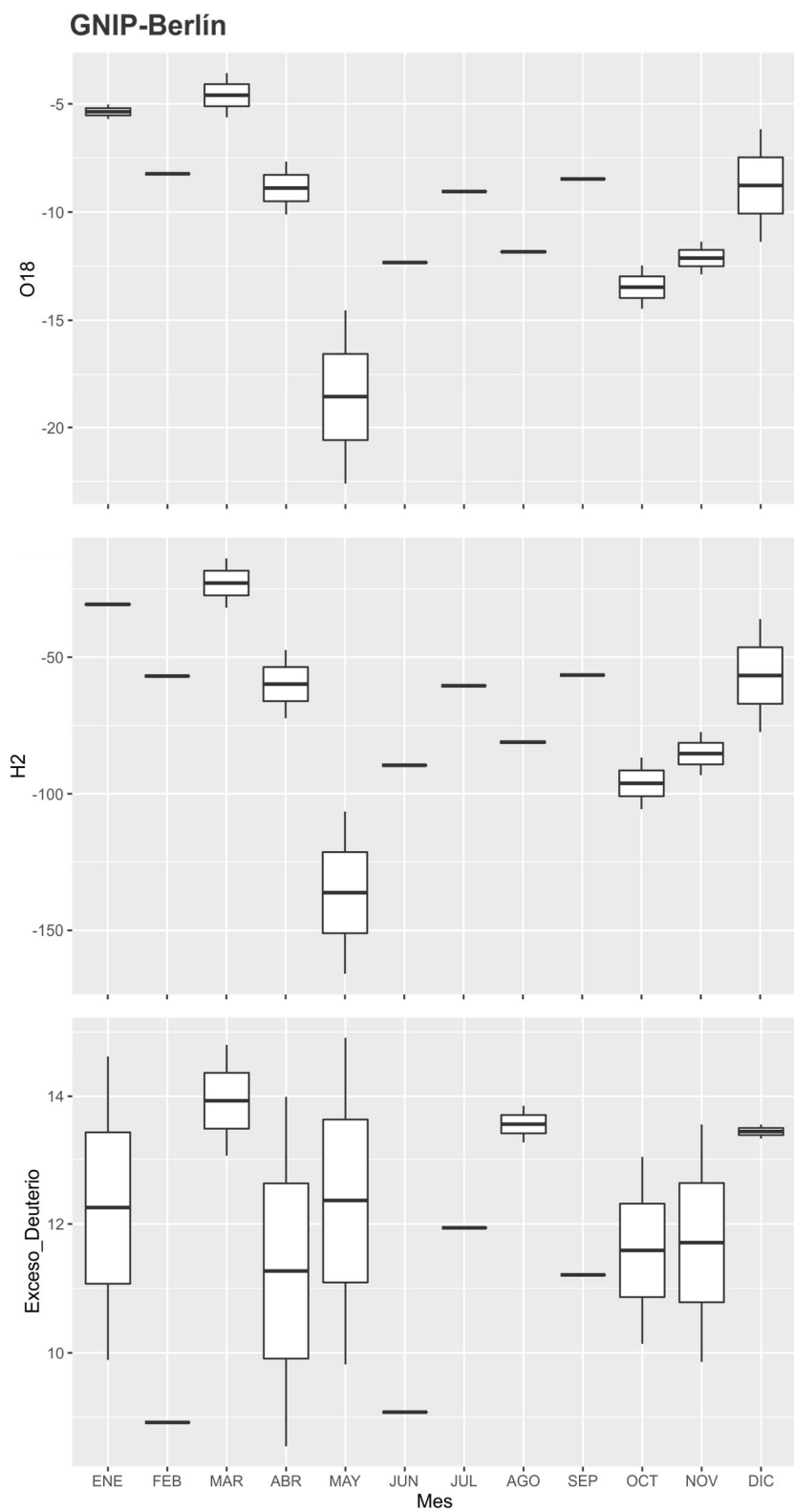


Figura 138. Variación mensual, estación GNIP-Berlín

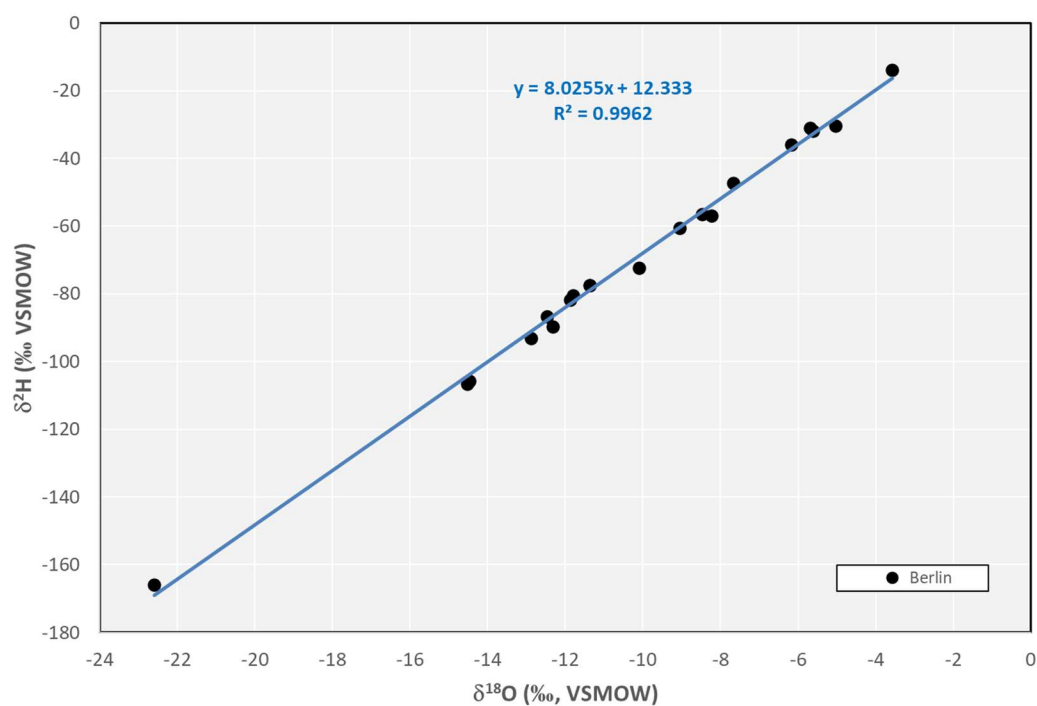


Figura 139. Recta meteórica local, estación GNIP-Berlín

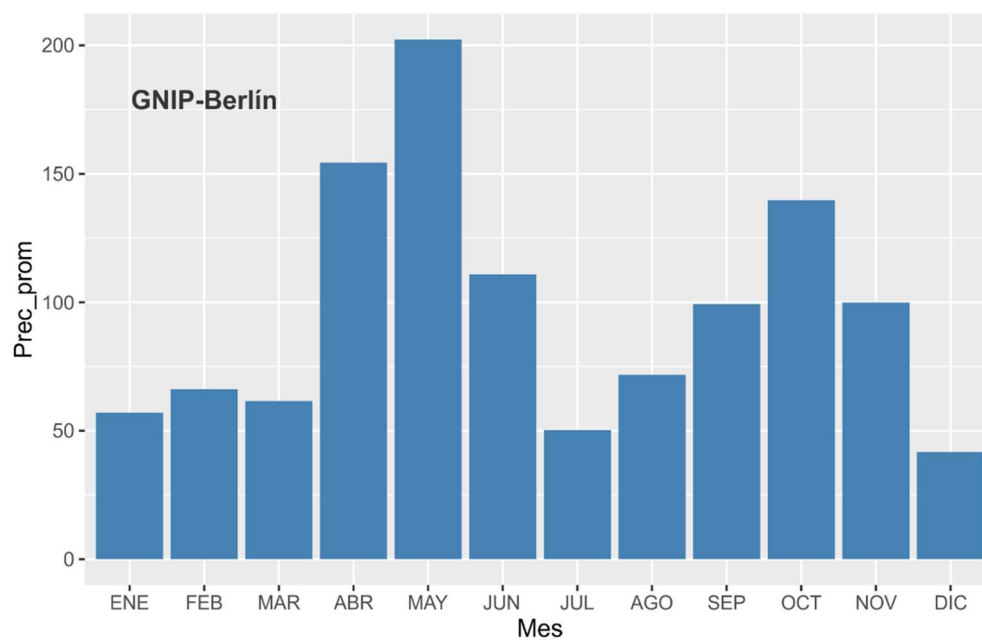


Figura 140. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Berlín

4.6 GNIP-San Antonio

Tabla 25. Estadística descriptiva estación GNIP-San Antonio

Parámetro	H2	O18	d
Media	-54.2	-8.21	11.5
Mediana	-50.1	-7.71	11.1
Desviación estándar	38.6	4.65	2.0
Curtosis	0.2	0.34	-0.8
Coefficiente de asimetría	-0.8	-0.83	0.3
Rango	142.0	17.12	7.0
Mínimo	-146.6	-19.61	8.3
Máximo	-4.6	-2.49	15.3
Datos utilizados	20.0	20.00	20.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-54.2	-8.21	11.5
Promedio ponderado	-59.2	-8.82	11.3

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

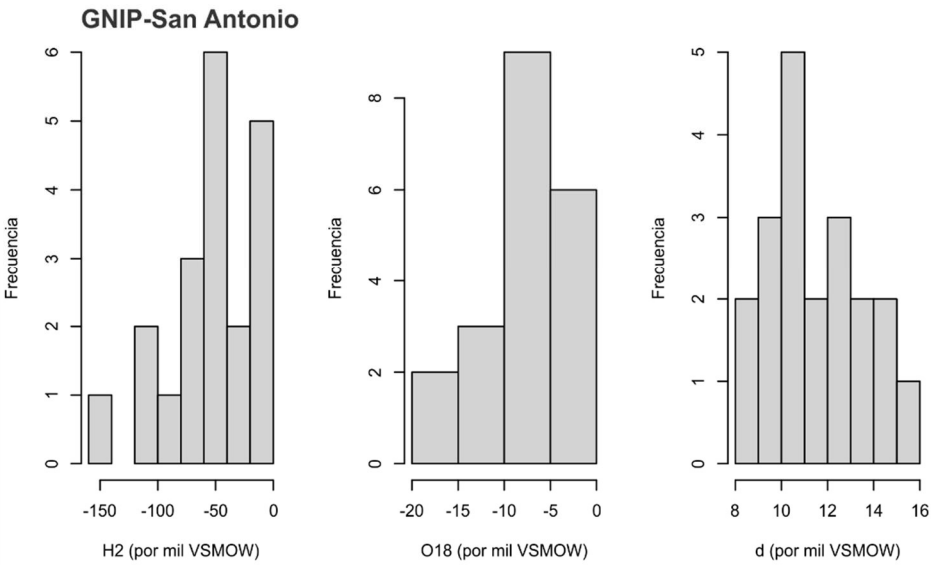


Figura 141. Histogramas, estación GNIP-San Antonio

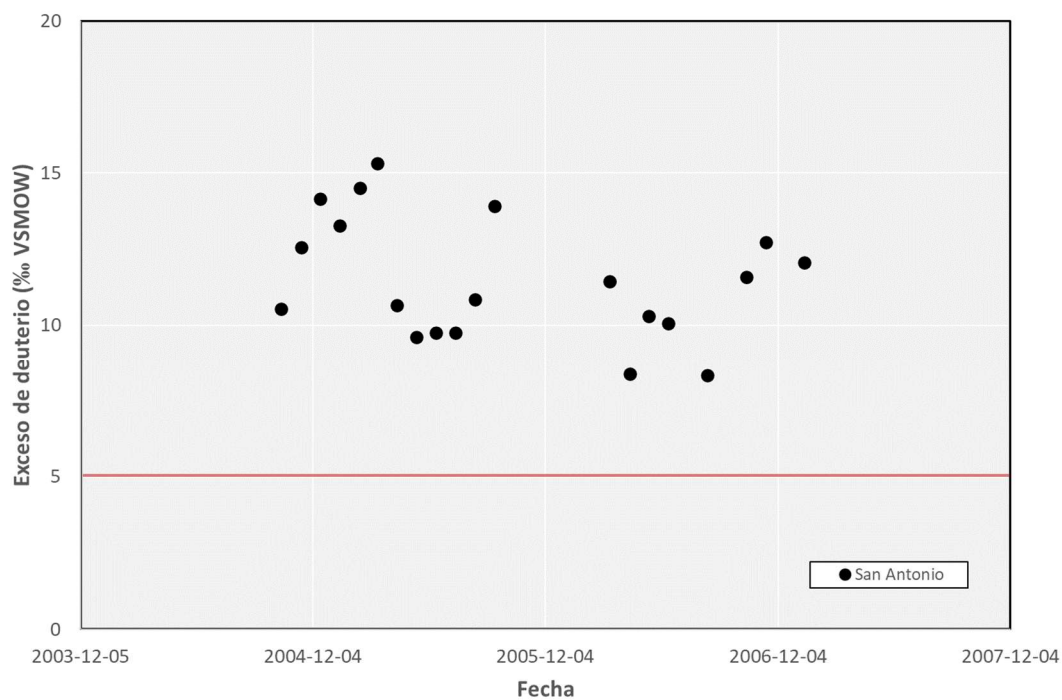


Figura 142. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-San Antonio

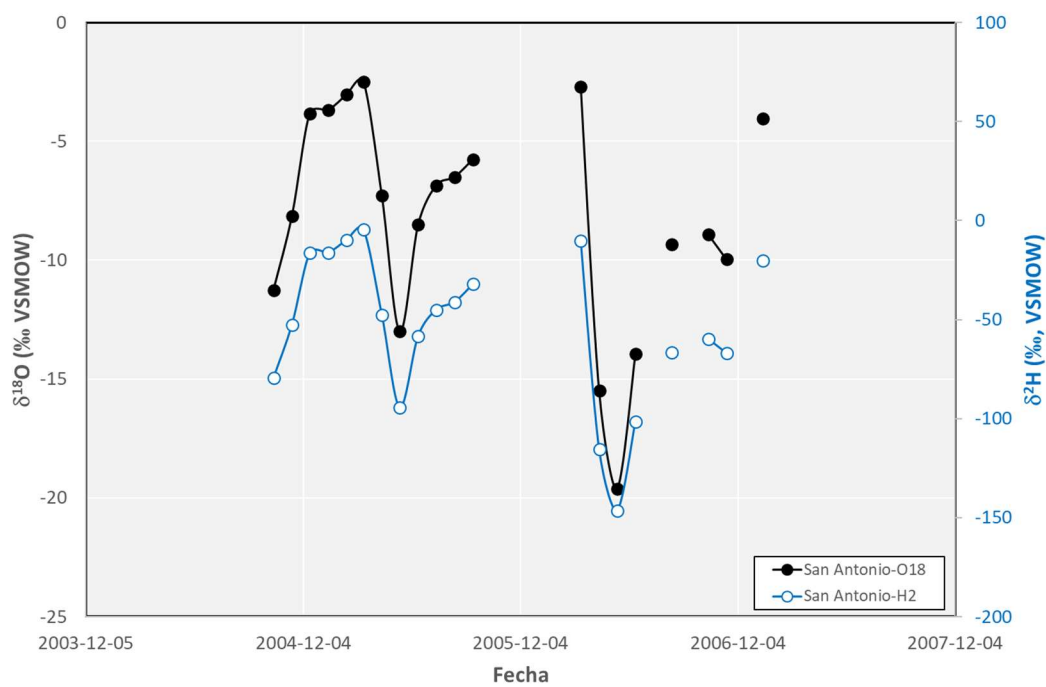


Figura 143. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-San Antonio

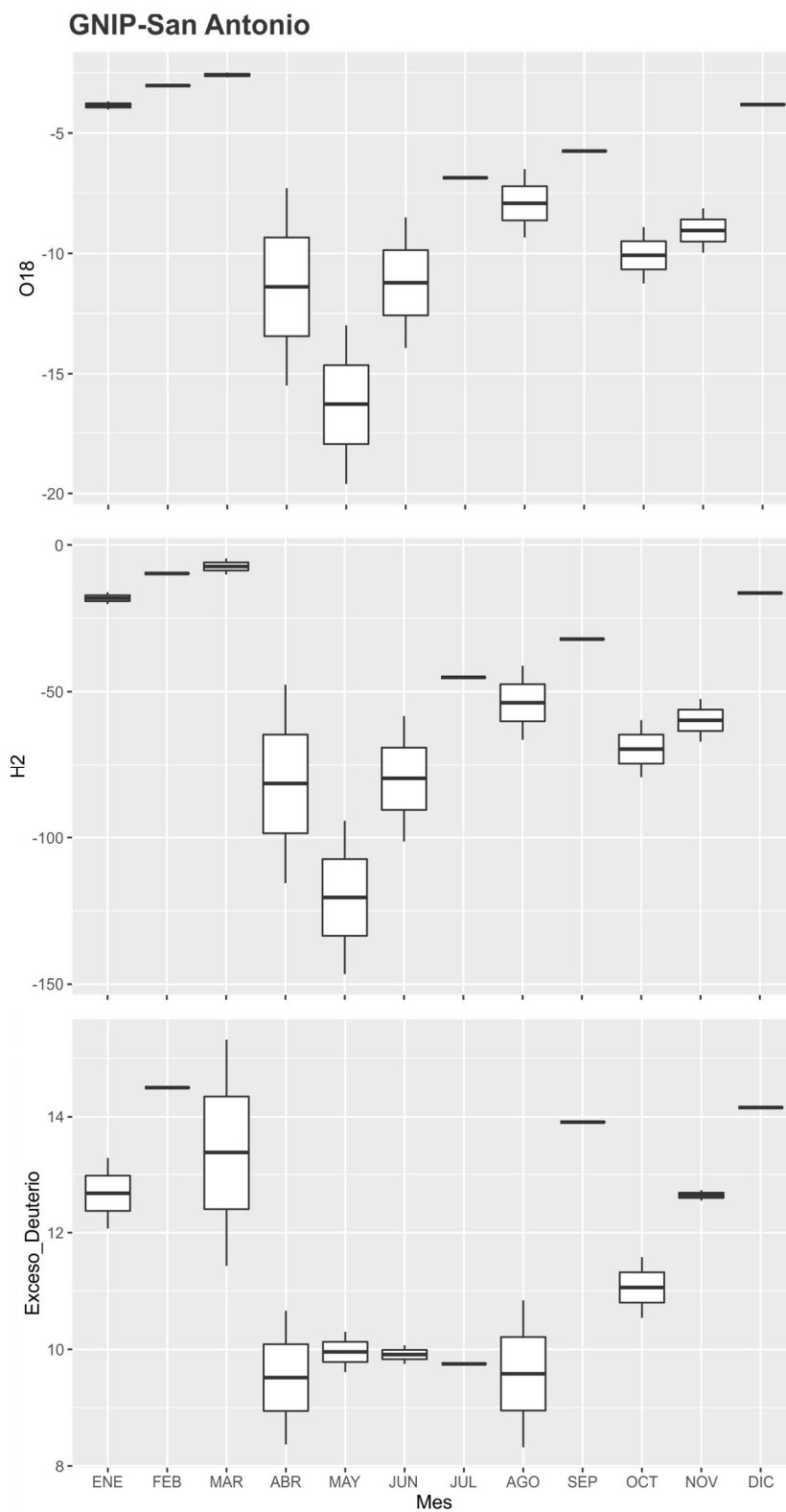


Figura 144. Variación mensual, estación GNIP-San Antonio

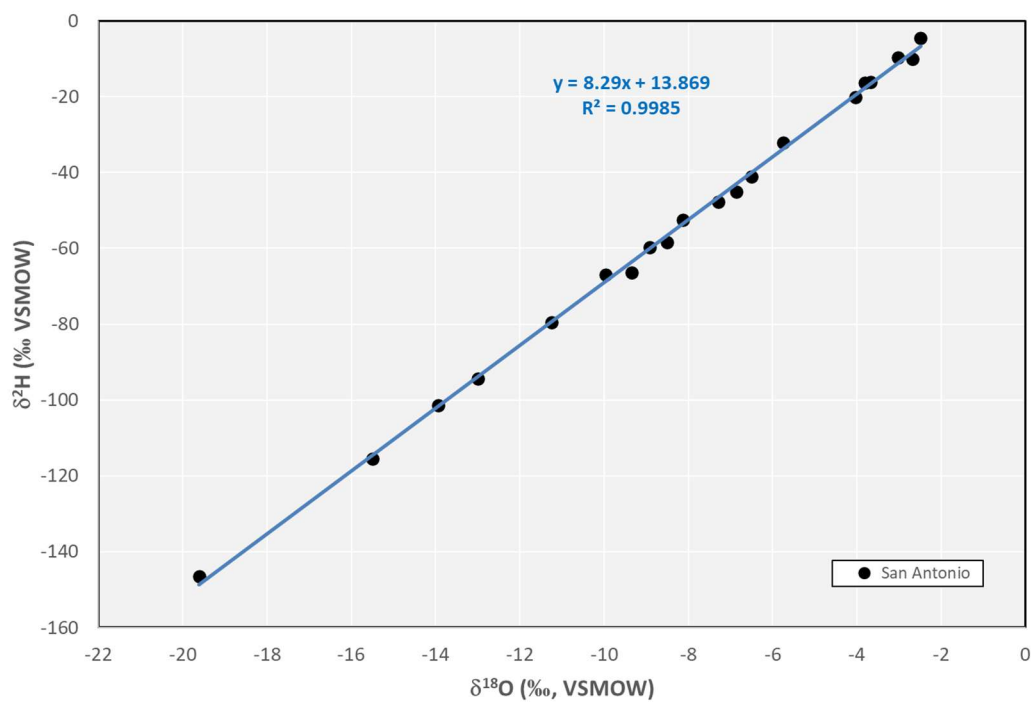


Figura 145. Recta meteórica local, estación GNIP-San Antonio

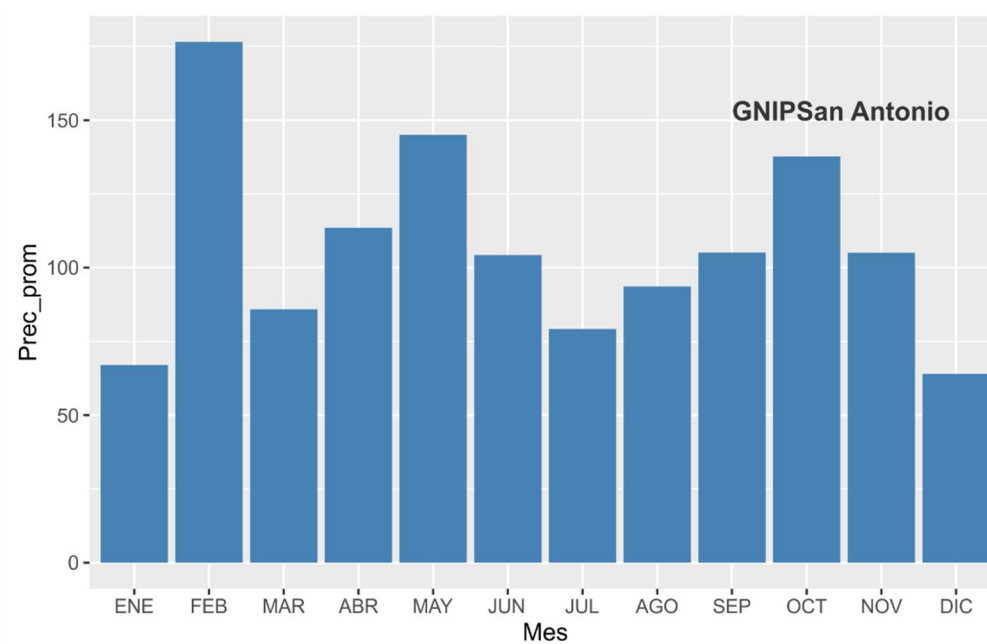


Figura 146. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-San Antonio

4.7 GNIP-La Mariana

Tabla 26. Estadística descriptiva estación GNIP-La Mariana

Parámetro	H2	O18	d
Media	-56.8	-8.69	12.8
Mediana	-59.7	-8.92	11.6
Desviación estándar	30.1	3.55	2.7
Curtosis	-0.5	-0.16	0.3
Coefficiente de asimetría	-0.3	-0.51	1.0
Rango	103.8	12.40	9.2
Mínimo	-119.1	-16.49	9.7
Máximo	-15.3	-4.09	18.9
Datos utilizados	17.0	17.00	17.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-56.8	-8.69	12.8
Promedio ponderado	-61.8	-9.28	12.4

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

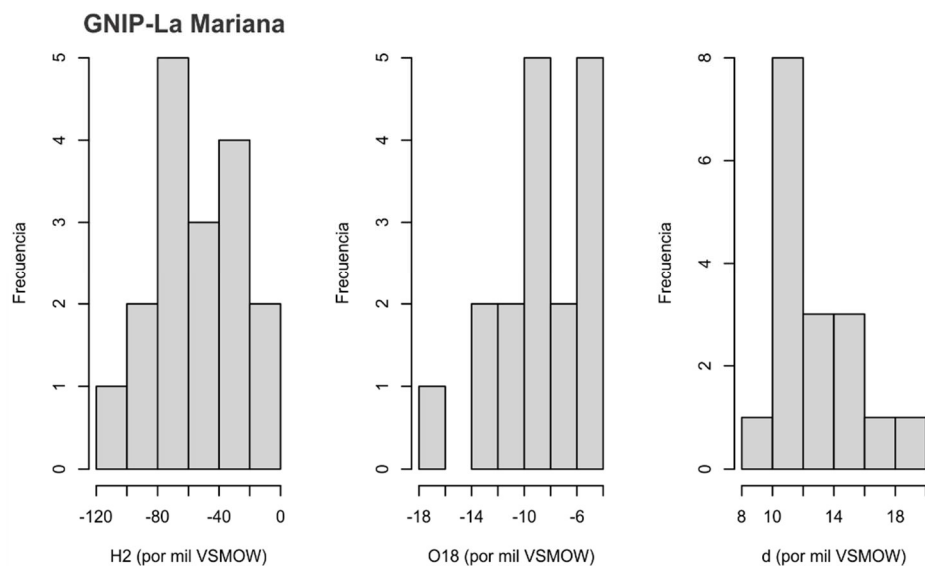


Figura 147. Histogramas, estación GNIP-La Mariana

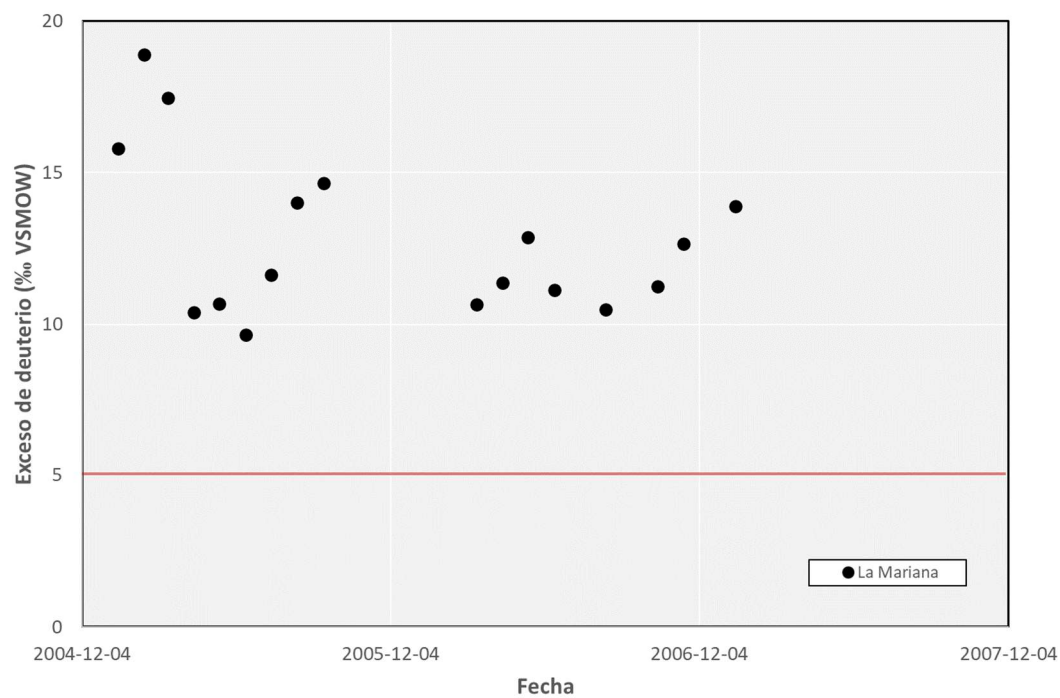


Figura 148. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-La Mariana

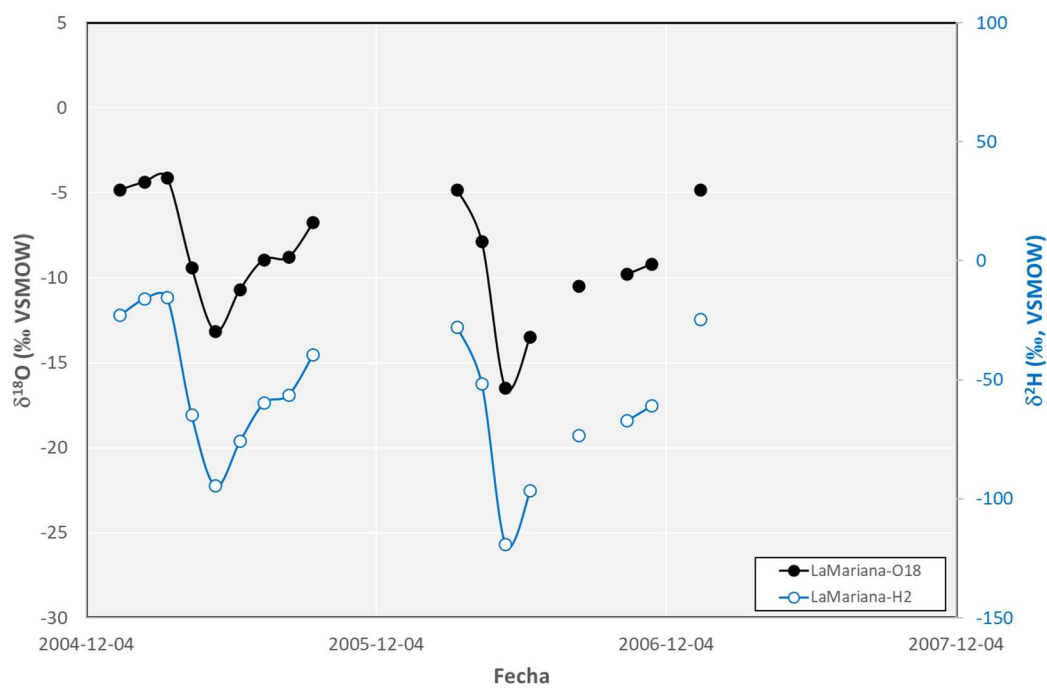


Figura 149. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-La Mariana

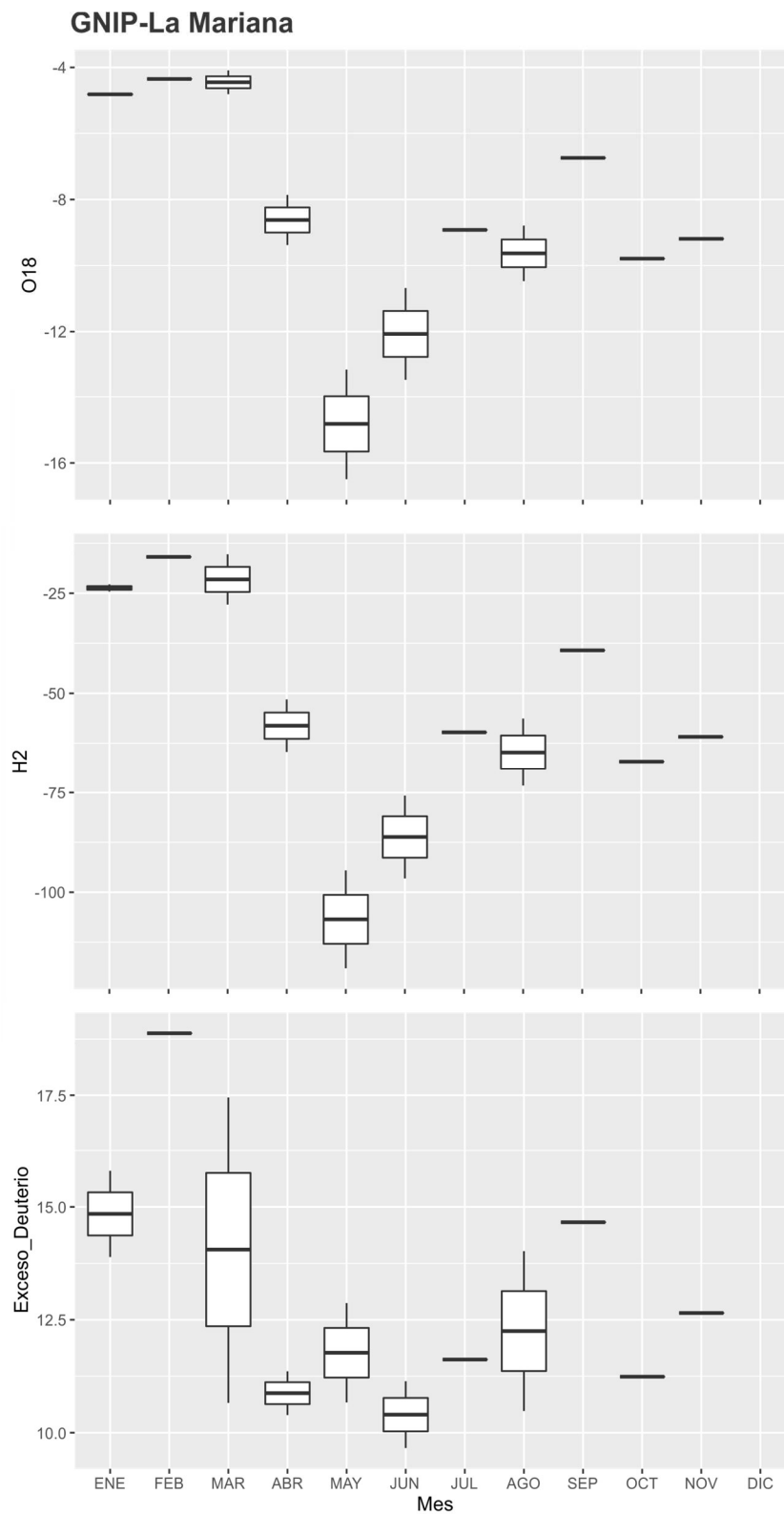


Figura 150. Variación mensual, estación GNIP-La Mariana

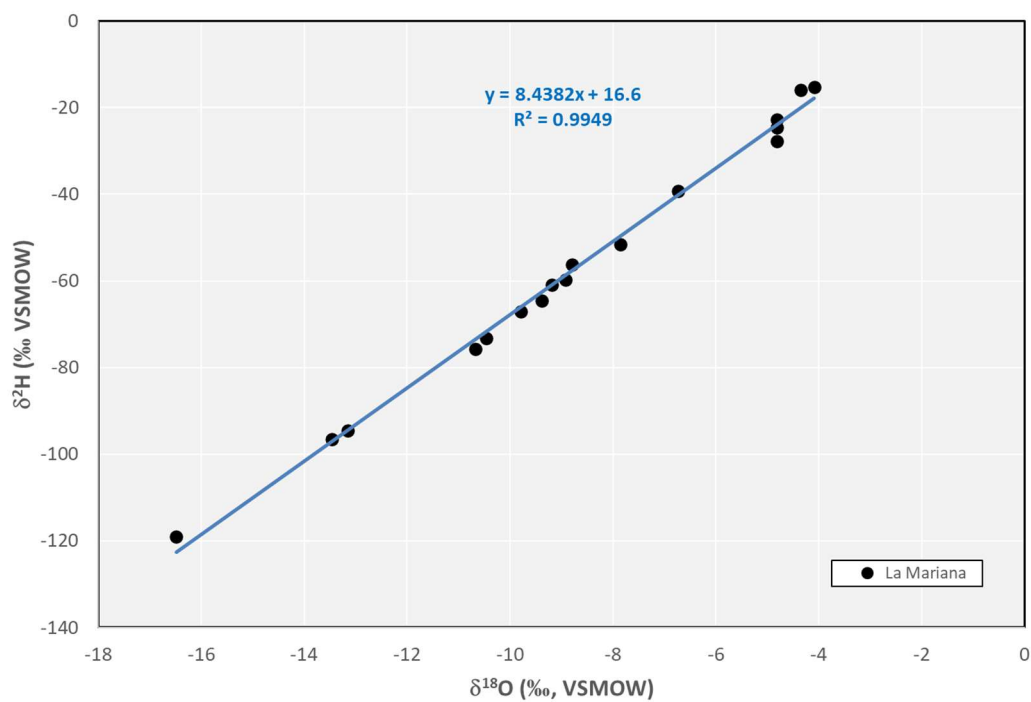


Figura 151. Recta meteórica local, estación GNIP-La Mariana

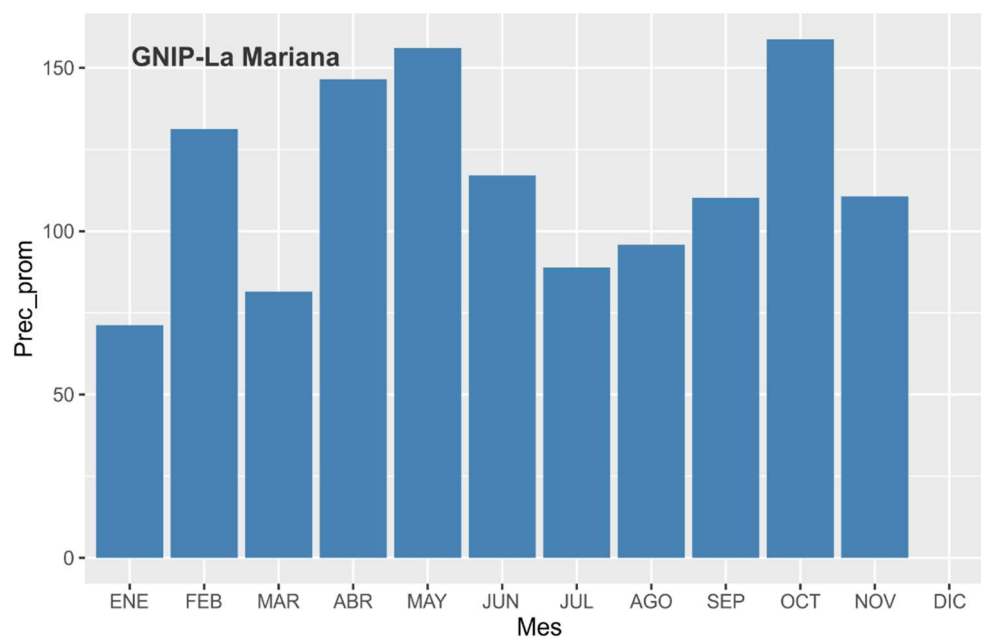


Figura 152. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-La Mariana

4.8 GNIP-Ideam

Tabla 27. Estadística descriptiva estación GNIP-Ideam

Parámetro	H2	O18	d
Media	-40.1	-6.45	11.5
Mediana	-43.0	-6.20	10.6
Desviación estándar	28.6	3.22	3.8
Curtosis	-1.0	-0.76	-0.8
Coefficiente de asimetría	-0.1	-0.18	0.4
Rango	86.9	9.91	12.2
Mínimo	-82.0	-11.25	6.1
Máximo	4.9	-1.34	18.4
Datos utilizados	11.0	11.00	11.0
Datos descartados	1.0	1.00	1.0
Promedio aritmético	-40.1	-6.45	11.5
Promedio ponderado	-43.4	-6.91	11.9

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

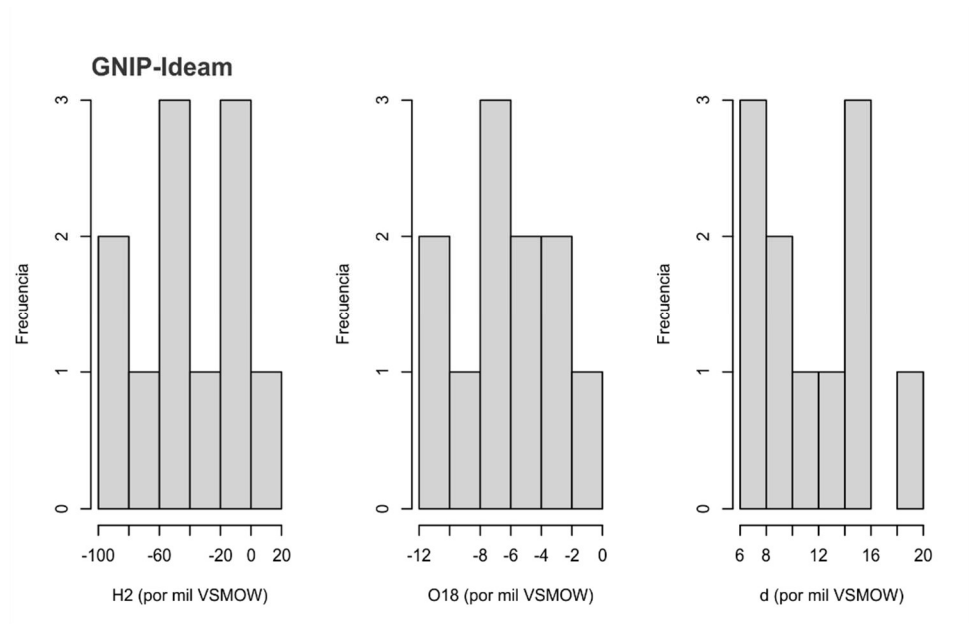


Figura 153. Histogramas, estación GNIP-Ideam

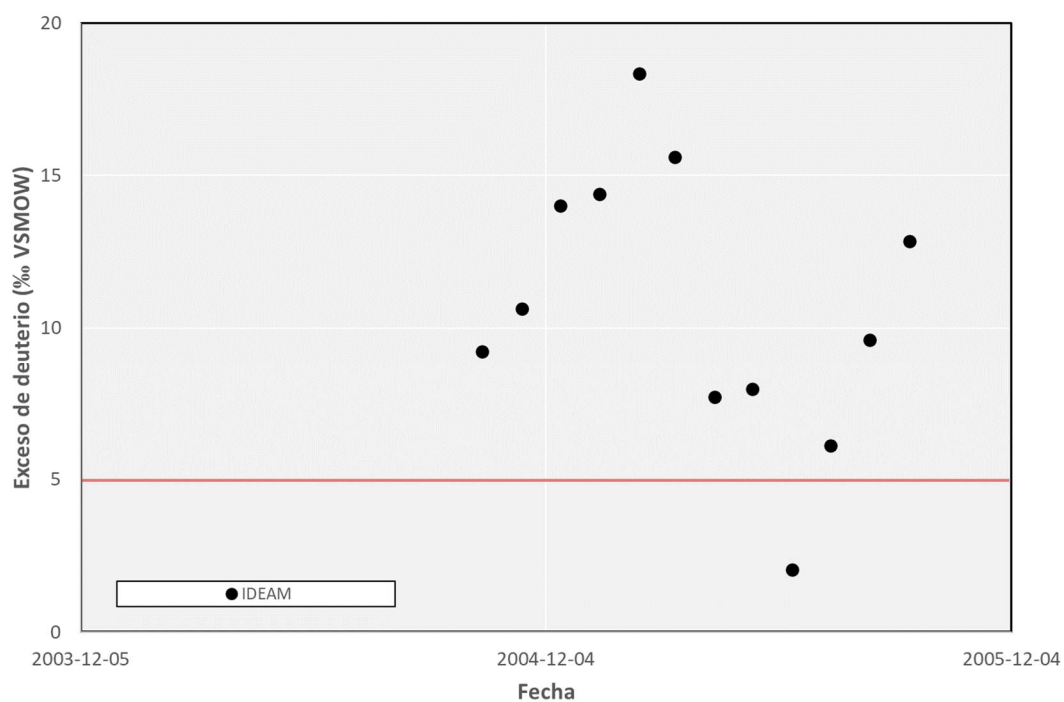


Figura 154. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Ideam

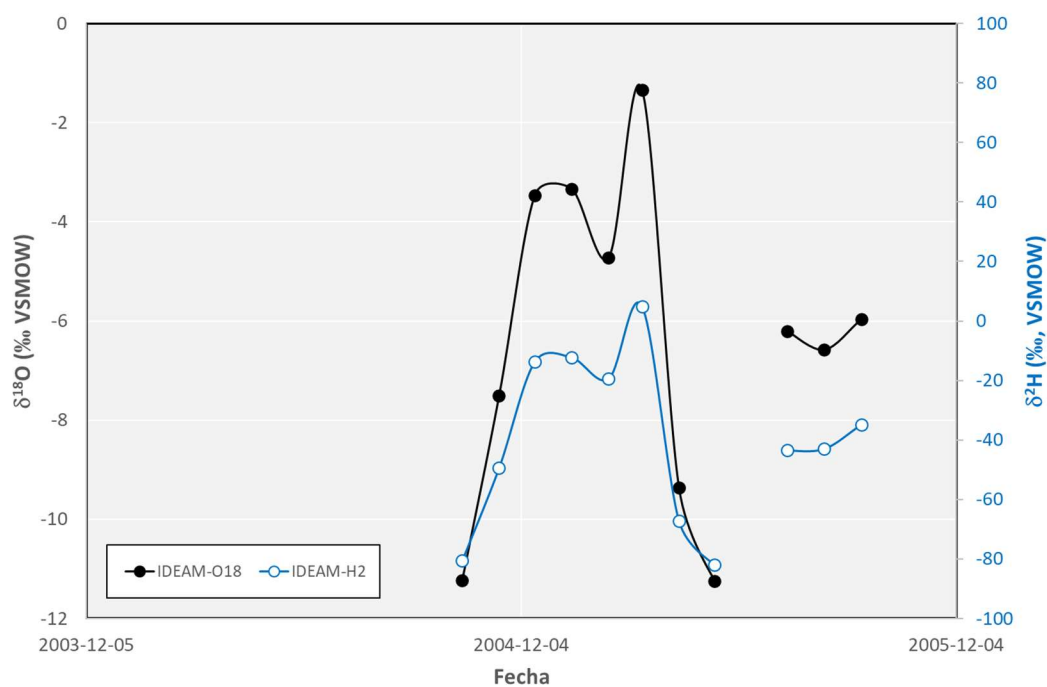


Figura 155. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Ideam

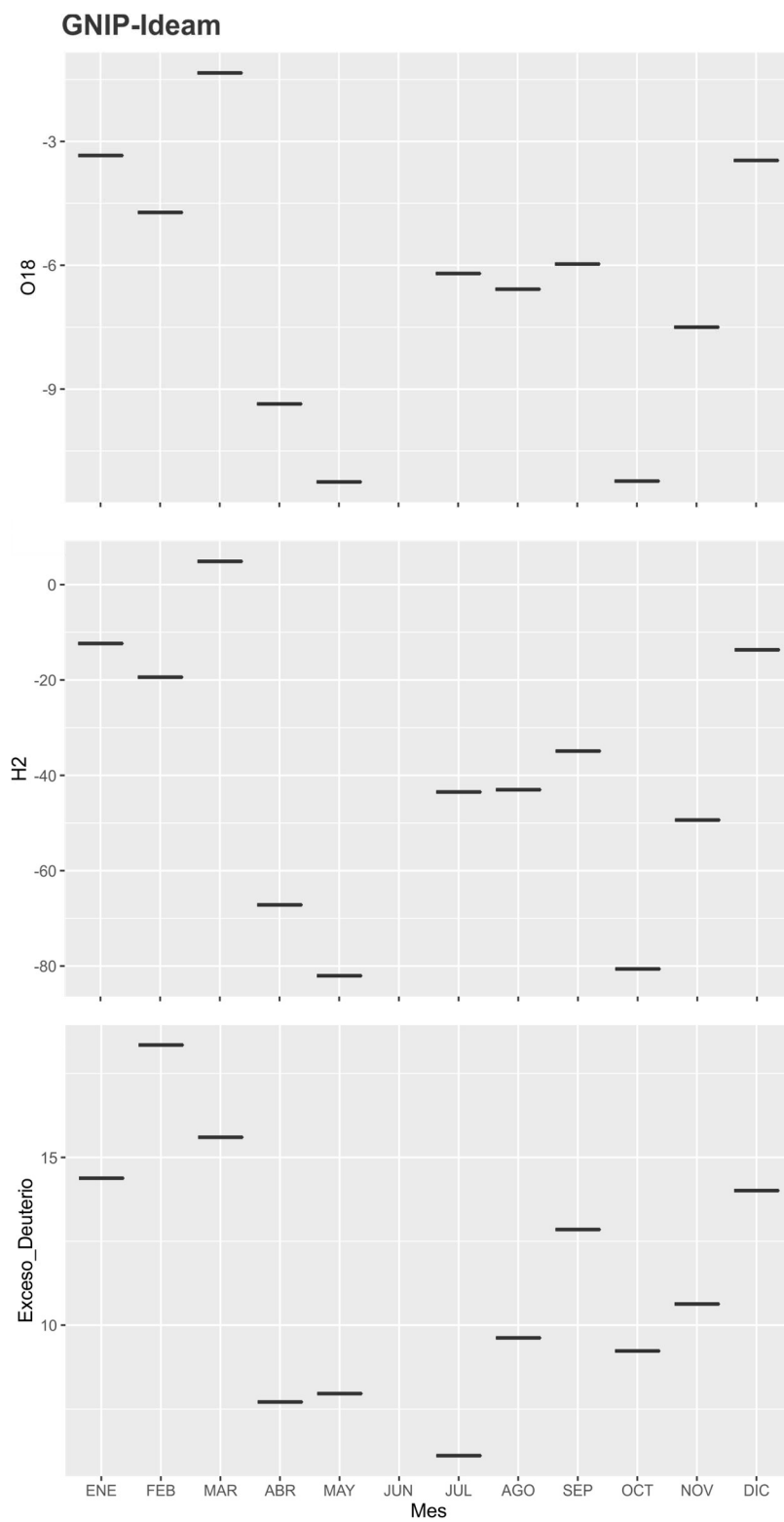


Figura 156. Variación mensual, estación GNIP-Ideam

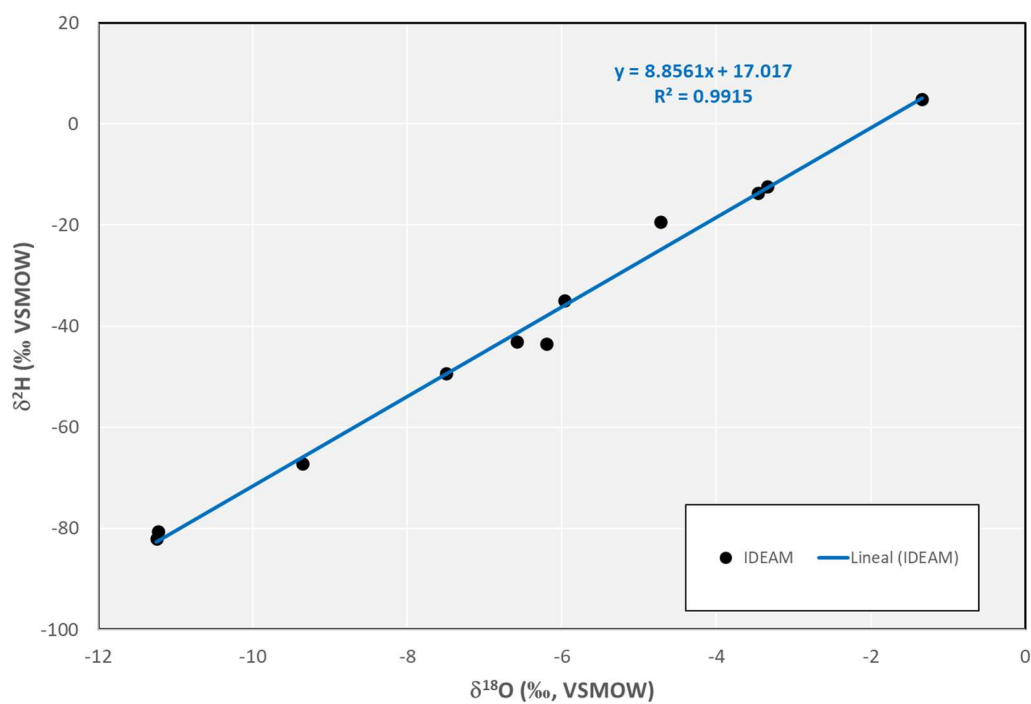


Figura 157. Recta meteórica local, estación GNIP-Ideam

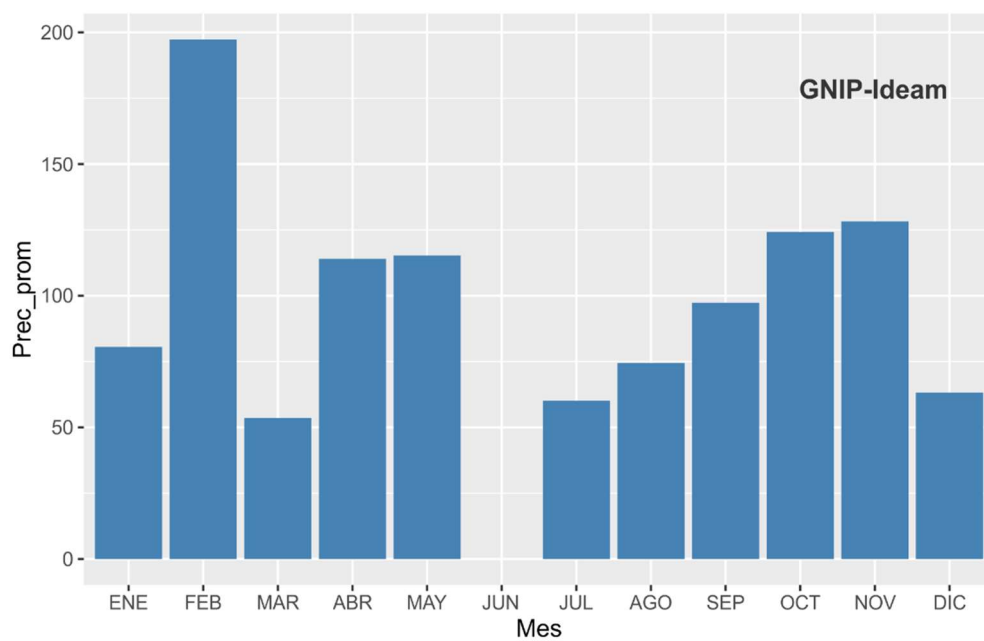


Figura 158. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Ideam

4.9 GNIP-Carraipía

Tabla 28. Estadística descriptiva estación GNIP-Carraipía

Parámetro	H2	O18	d
Media	-27.1	-4.55	9.3
Mediana	-21.2	-4.17	9.3
Desviación estándar	16.8	1.97	2.0
Curtosis	2.6	3.46	-0.9
Coefficiente de asimetría	-1.5	-1.68	0.1
Rango	55.2	6.48	6.0
Mínimo	-64.7	-9.08	6.2
Máximo	-9.5	-2.60	12.2
Datos utilizados	9.0	9.00	9.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-27.1	-4.55	9.3
Promedio ponderado	-26.3	-4.56	10.2

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

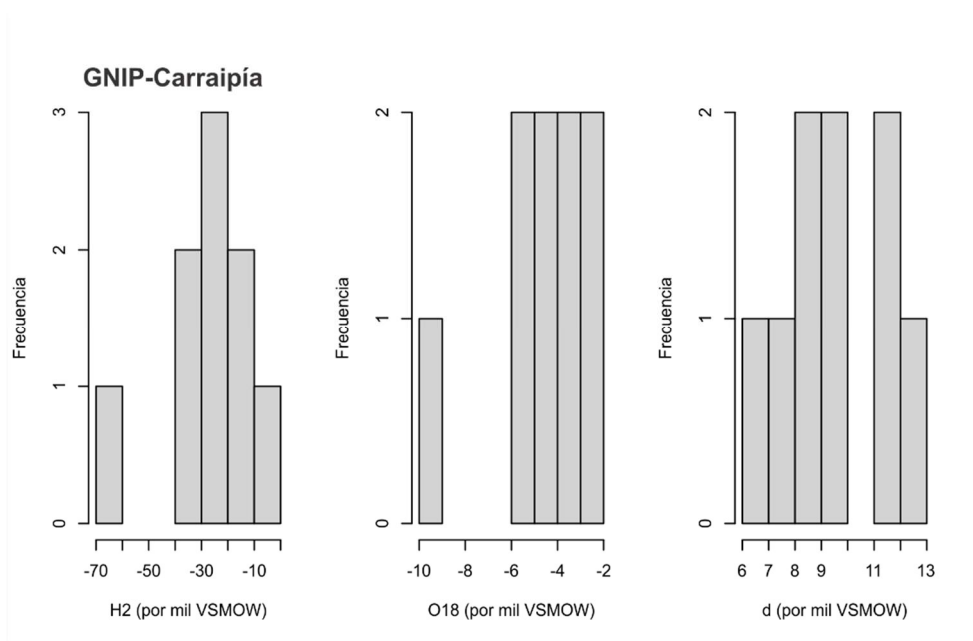


Figura 159. Histogramas, estación GNIP-Carraipía

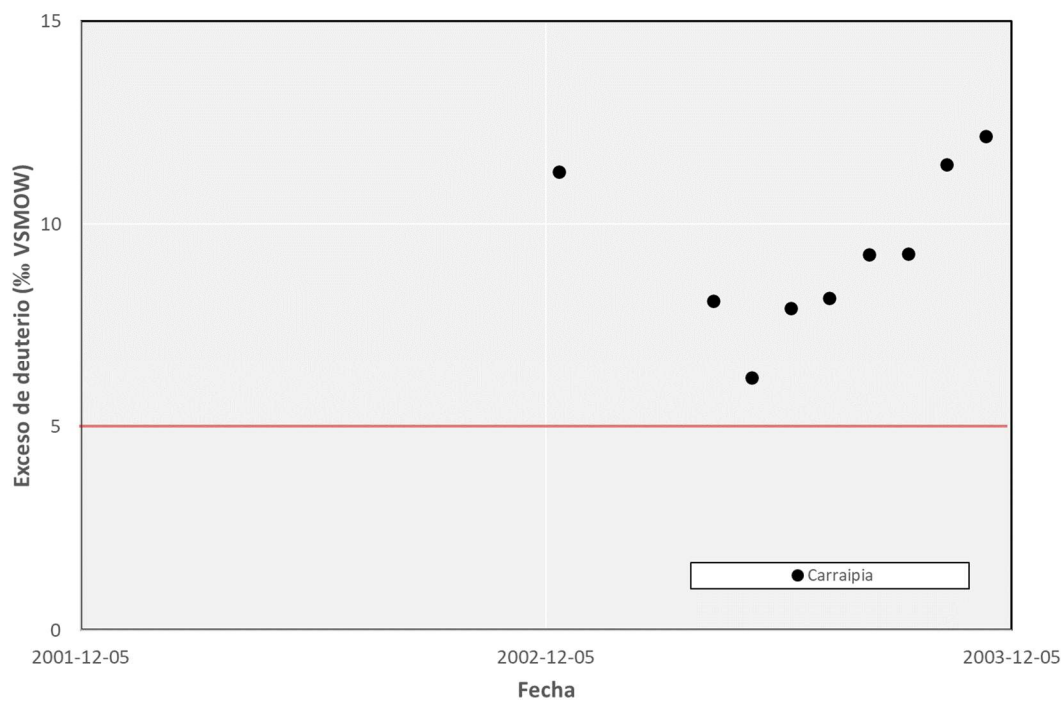


Figura 160. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Carraipía

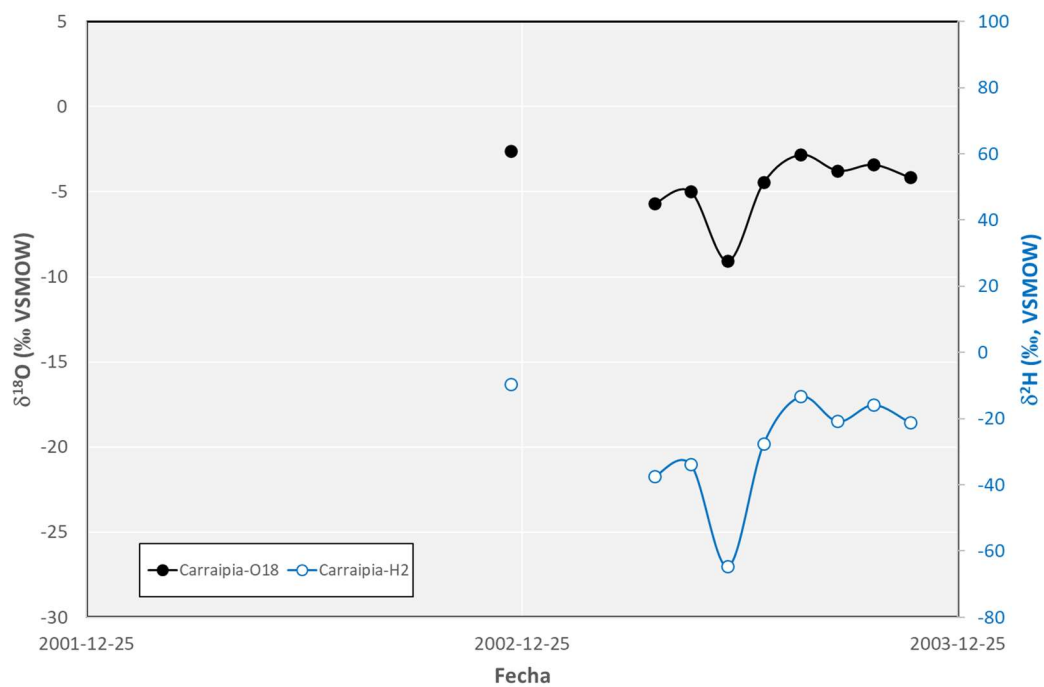


Figura 161. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Carraipía

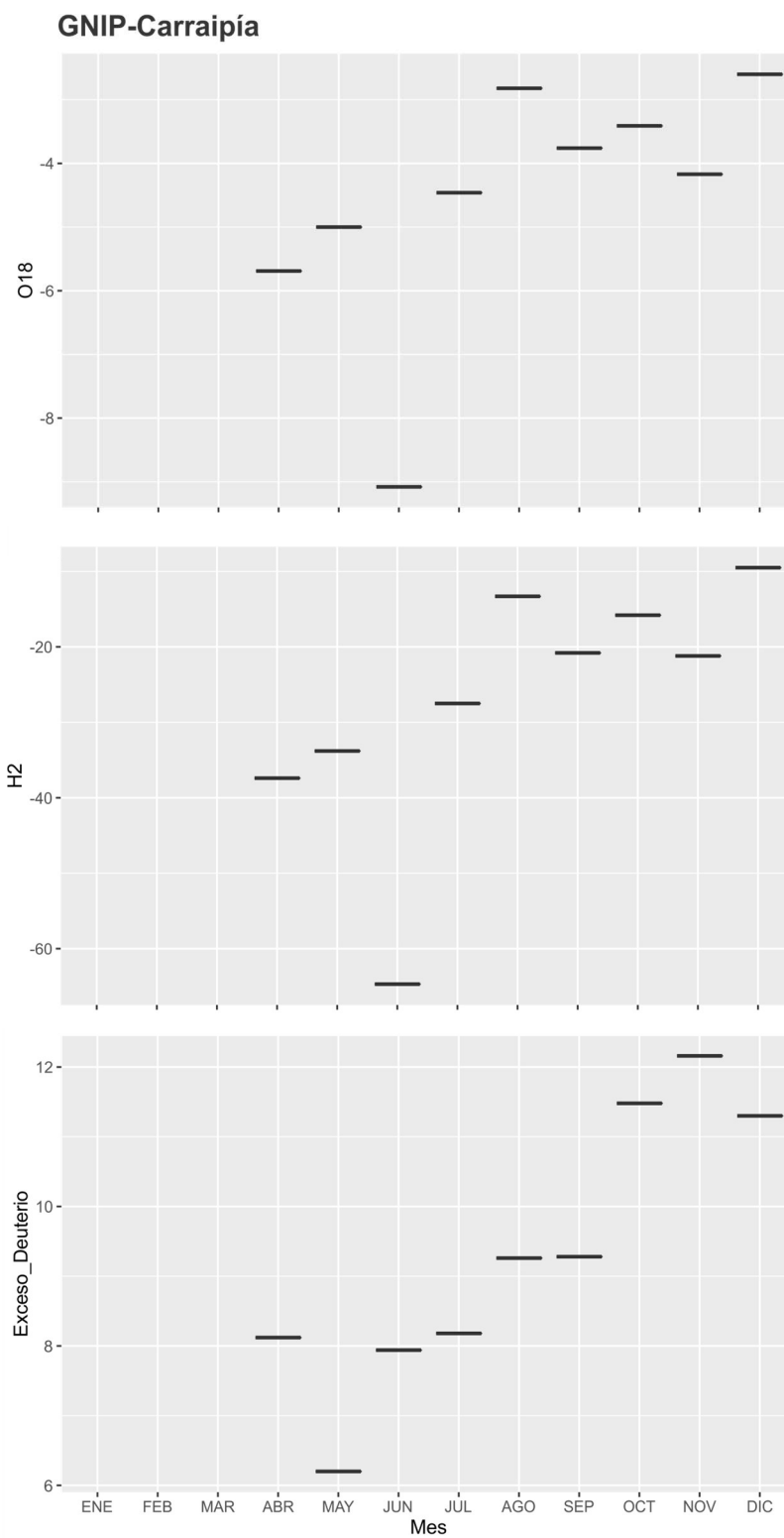


Figura 162. Variación mensual, estación GNIP-Carraipía

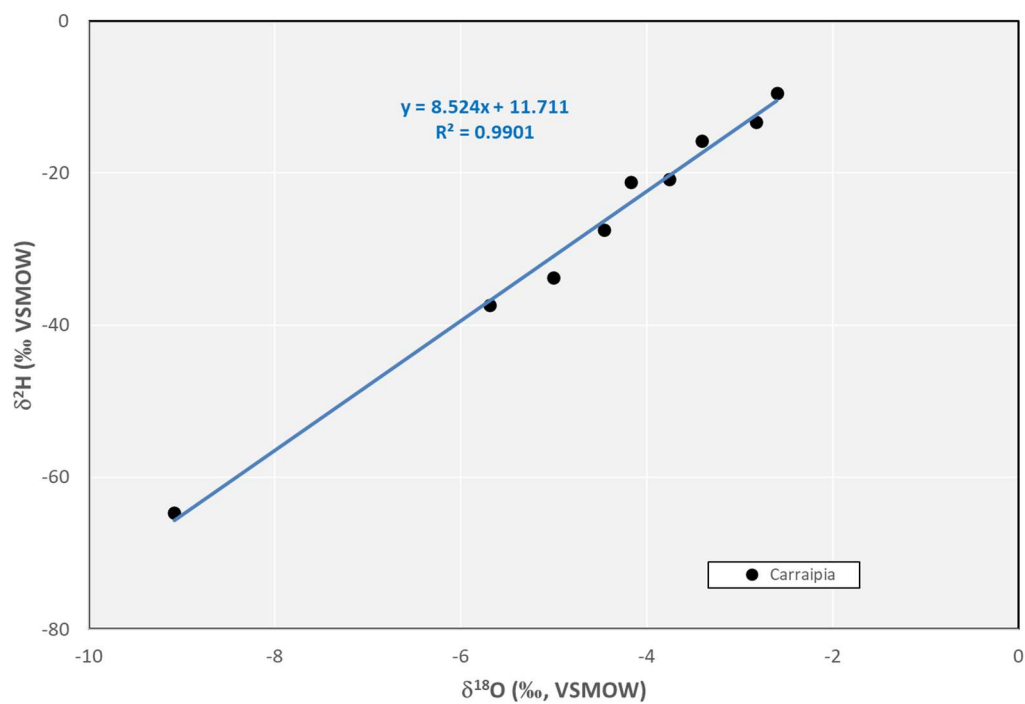


Figura 163. Recta meteórica local, estación GNIP-Carraipía

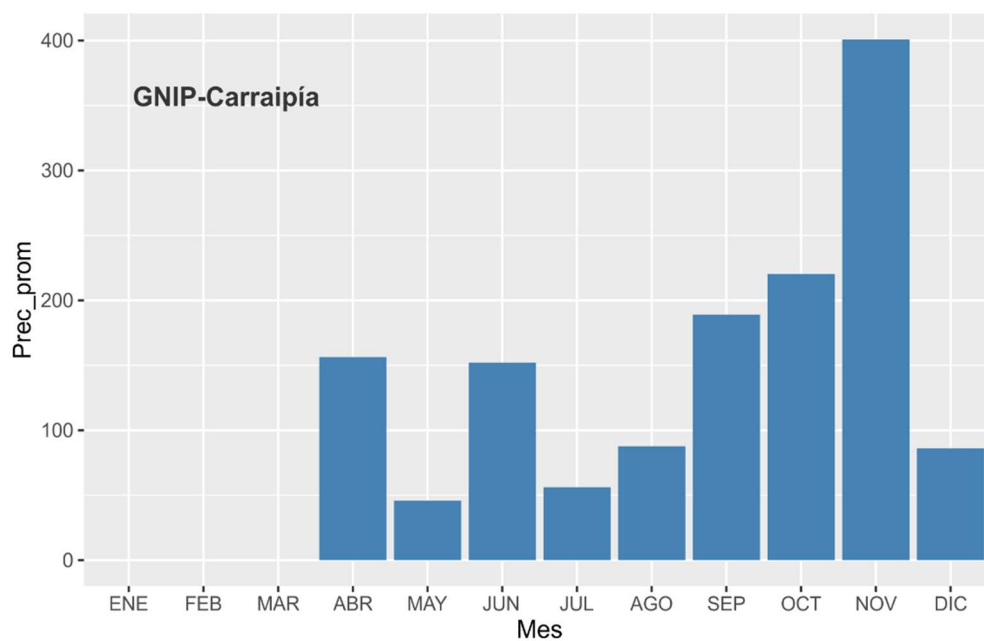


Figura 164. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Carraipía

4.10 GNIP-La Albania

Tabla 29. Estadística descriptiva estación GNIP-La Albania

Parámetro	H2	O18	d
Media	-77.9	-10.99	10.0
Mediana	-79.4	-11.00	9.7
Desviación estándar	28.1	3.43	2.8
Curtosis	-1.6	-1.69	1.3
Coefficiente de asimetría	0.2	0.08	1.1
Rango	70.8	8.84	9.7
Mínimo	-111.4	-15.24	6.5
Máximo	-40.6	-6.40	16.2
Datos utilizados	11.0	11.00	11.0
Datos descartados	1.0	1.00	1.0
Promedio aritmético	-77.9	-10.99	10.0
Promedio ponderado	-84.3	-11.85	10.5

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

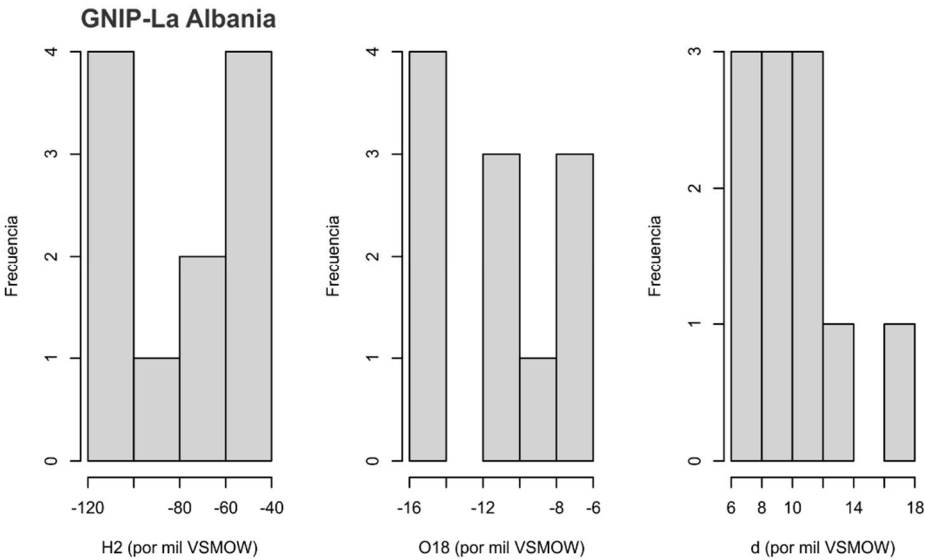


Figura 165. Histogramas, estación GNIP-La Albania

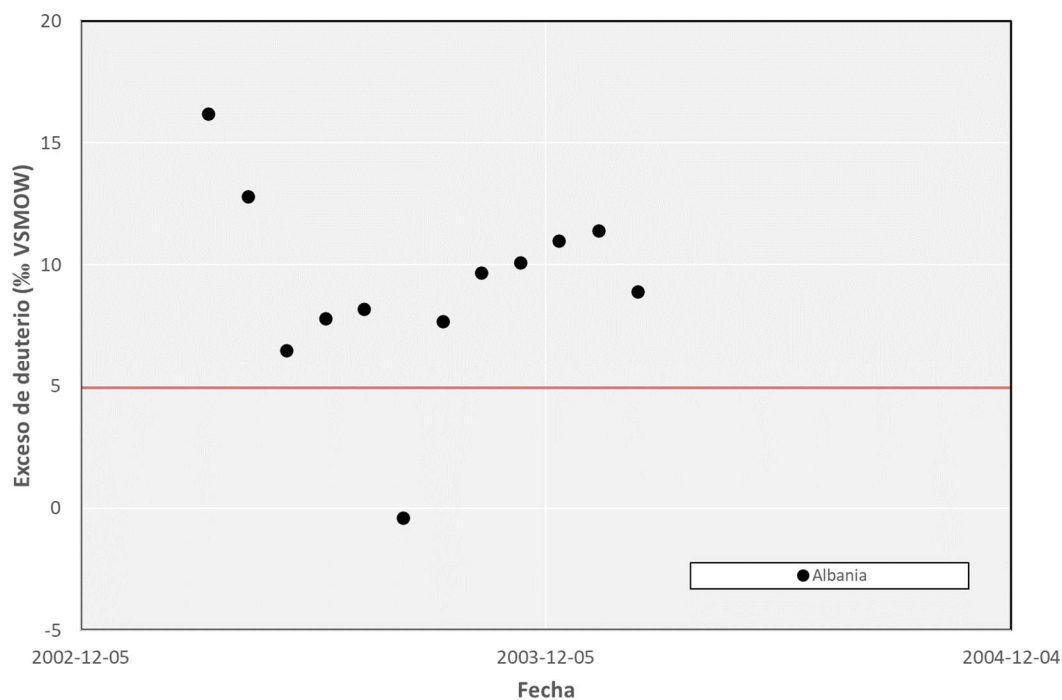


Figura 166. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-La Albania

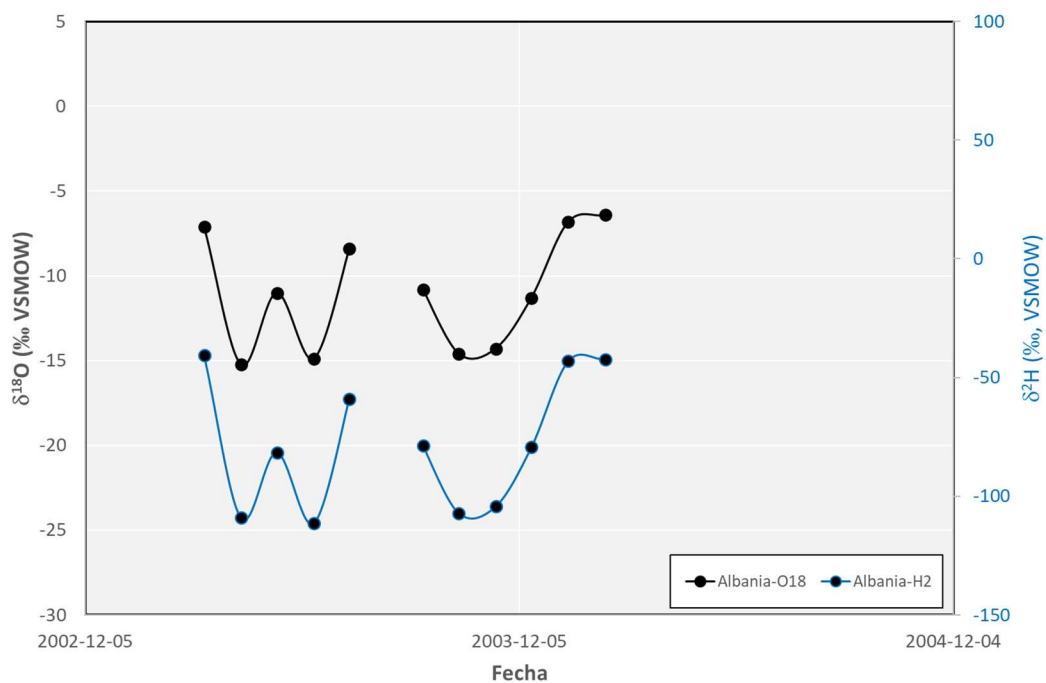


Figura 167. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-La Albania

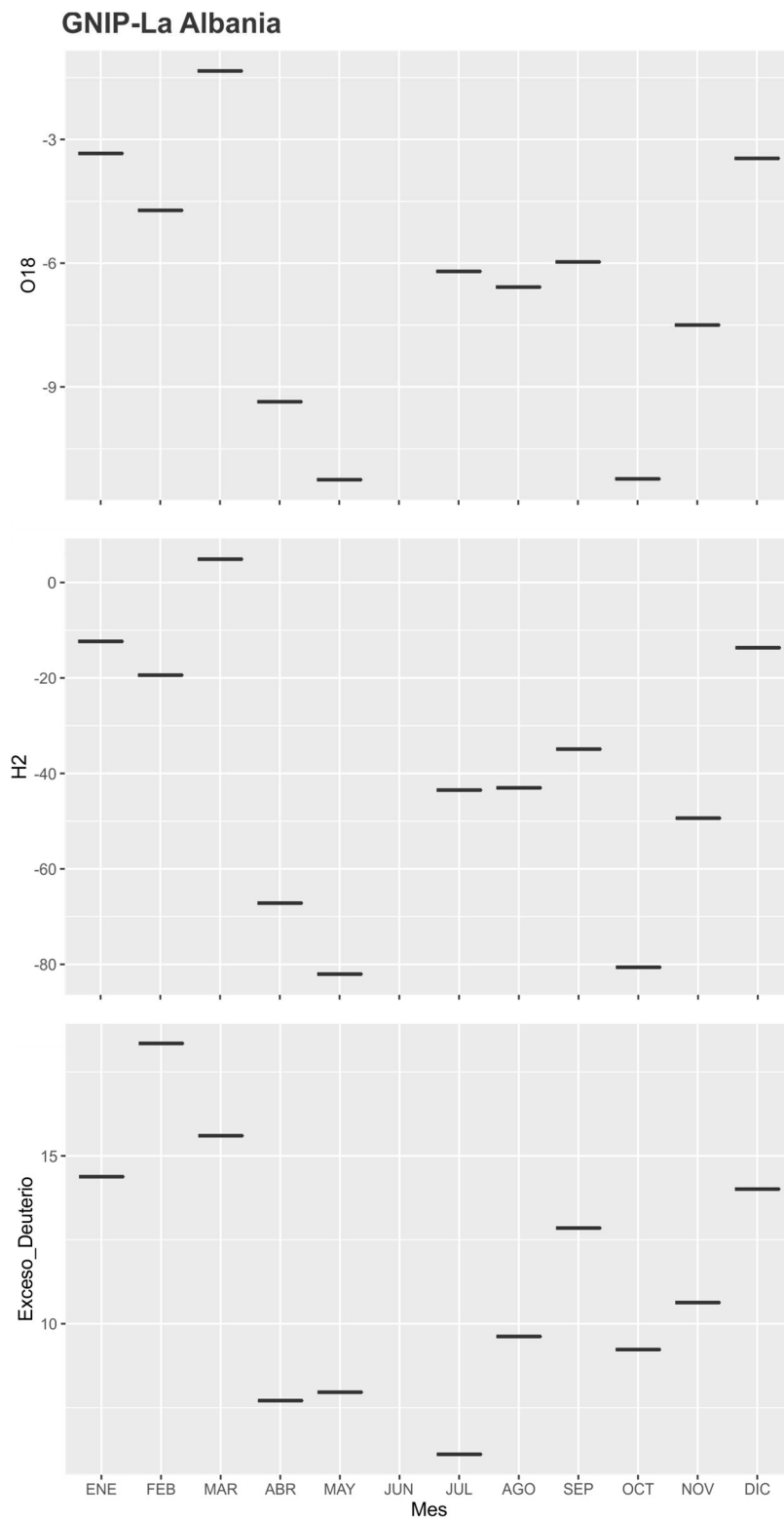


Figura 168. Variación mensual, estación GNIP-Albania

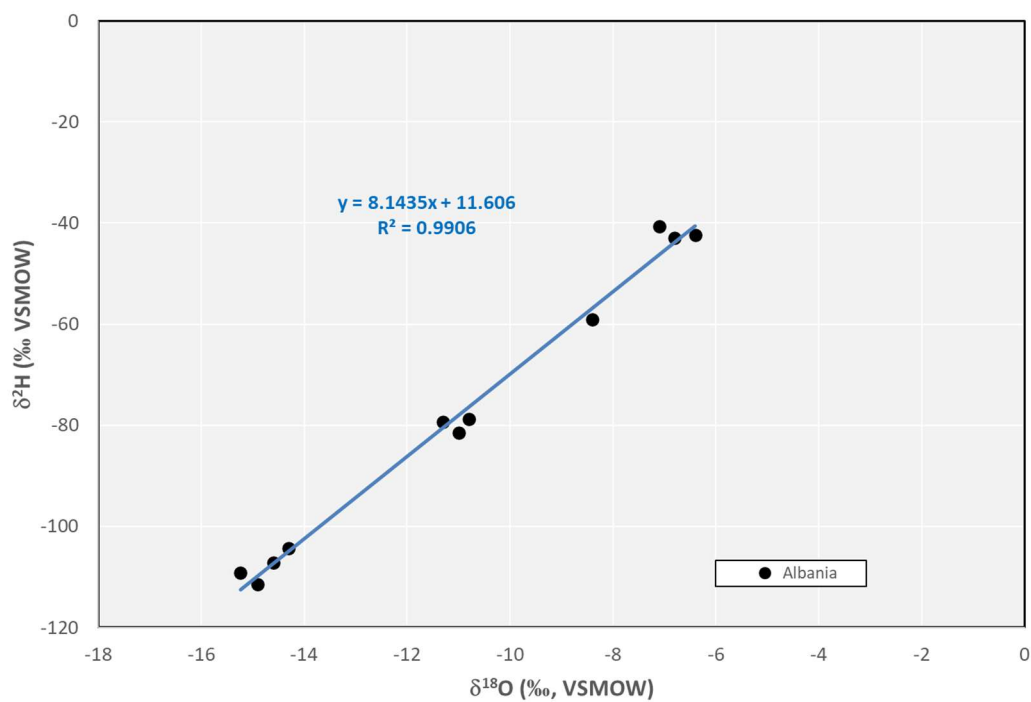


Figura 169. Recta meteórica local, estación GNIP-La Albania

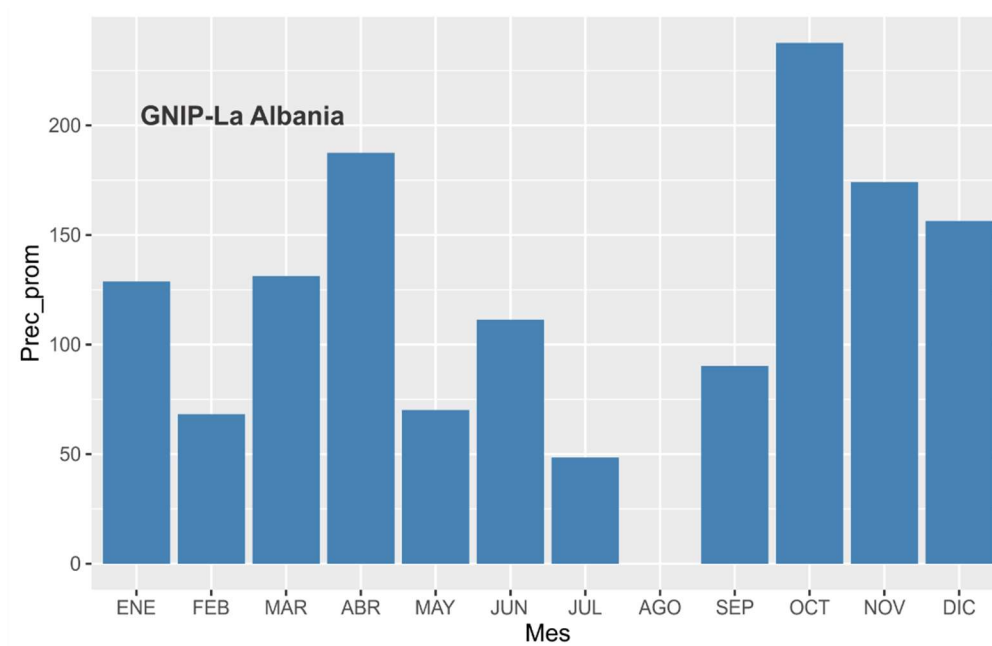


Figura 170. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-La Albania

4.11 GNIP-Piedecuesta

Tabla 30. Estadística descriptiva estación GNIP-Piedecuesta

Parámetro	H2	O18	d
Media	-47.2	-7.21	10.5
Mediana	-39.2	-6.08	10.7
Desviación estándar	36.4	4.49	2.3
Curtosis	2.1	2.20	-1.0
Coefficiente de asimetría	-1.3	-1.34	-0.1
Rango	136.7	17.07	6.9
Mínimo	-139.2	-18.66	7.0
Máximo	-2.5	-1.59	13.9
Datos utilizados	14.0	14.00	14.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-47.2	-7.21	10.5
Promedio ponderado	-55.7	-8.27	10.4

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

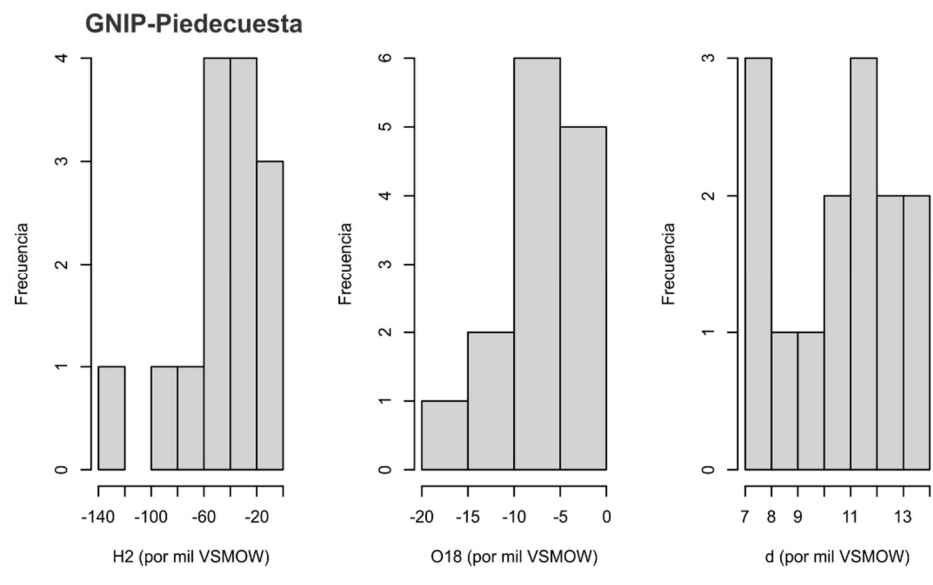


Figura 171. Histogramas, estación GNIP-Piedecuesta

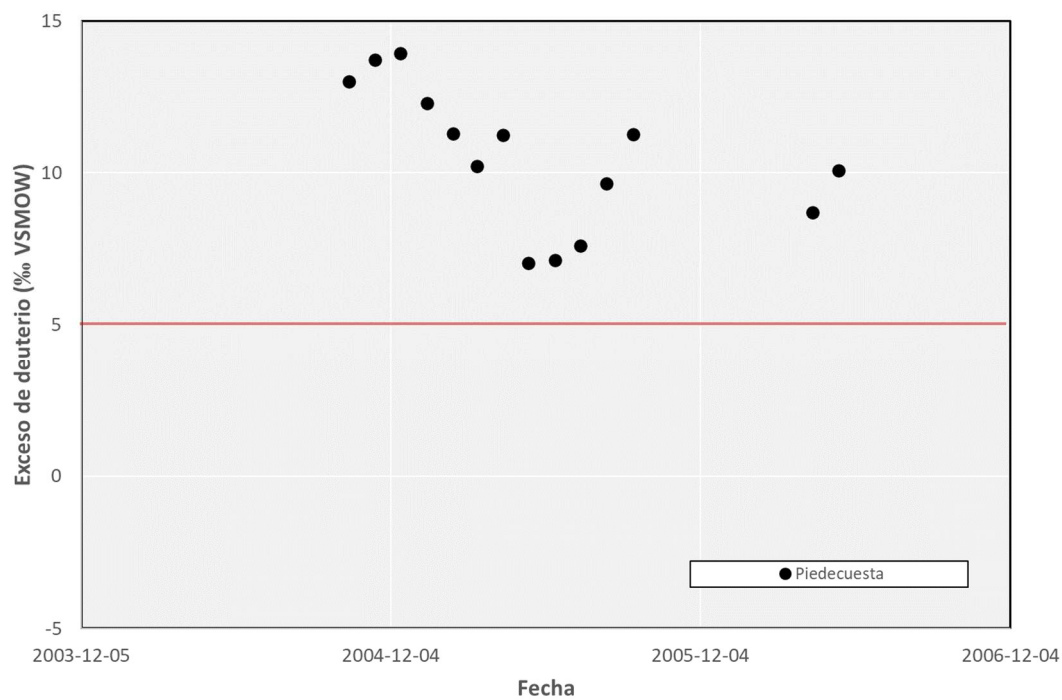


Figura 172. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Piedecuesta

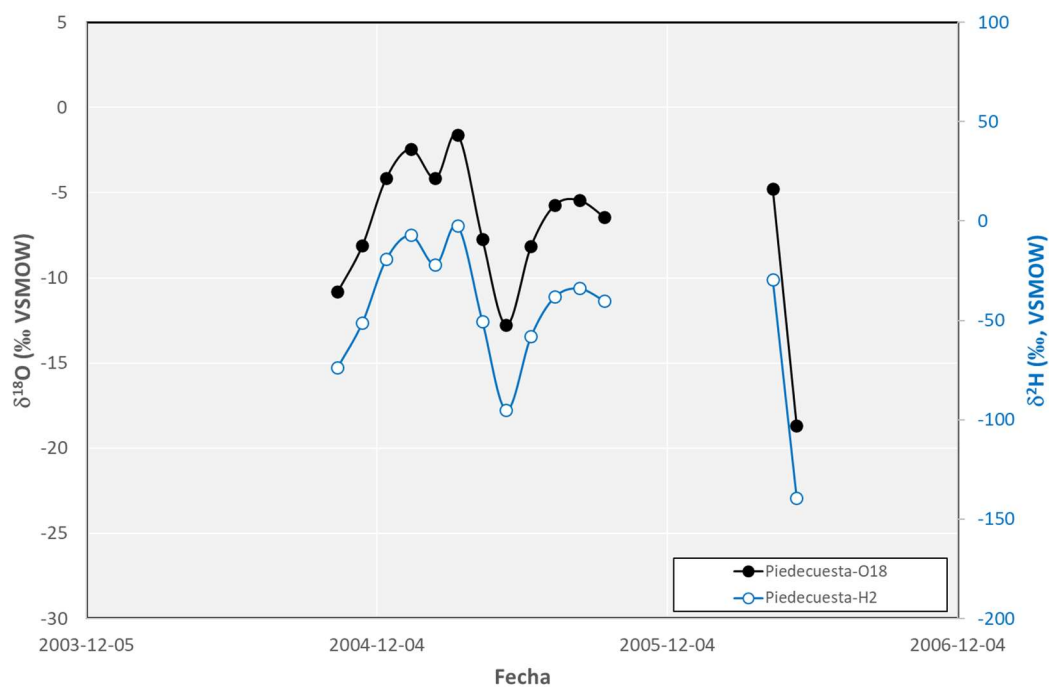


Figura 173. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Piedecuesta

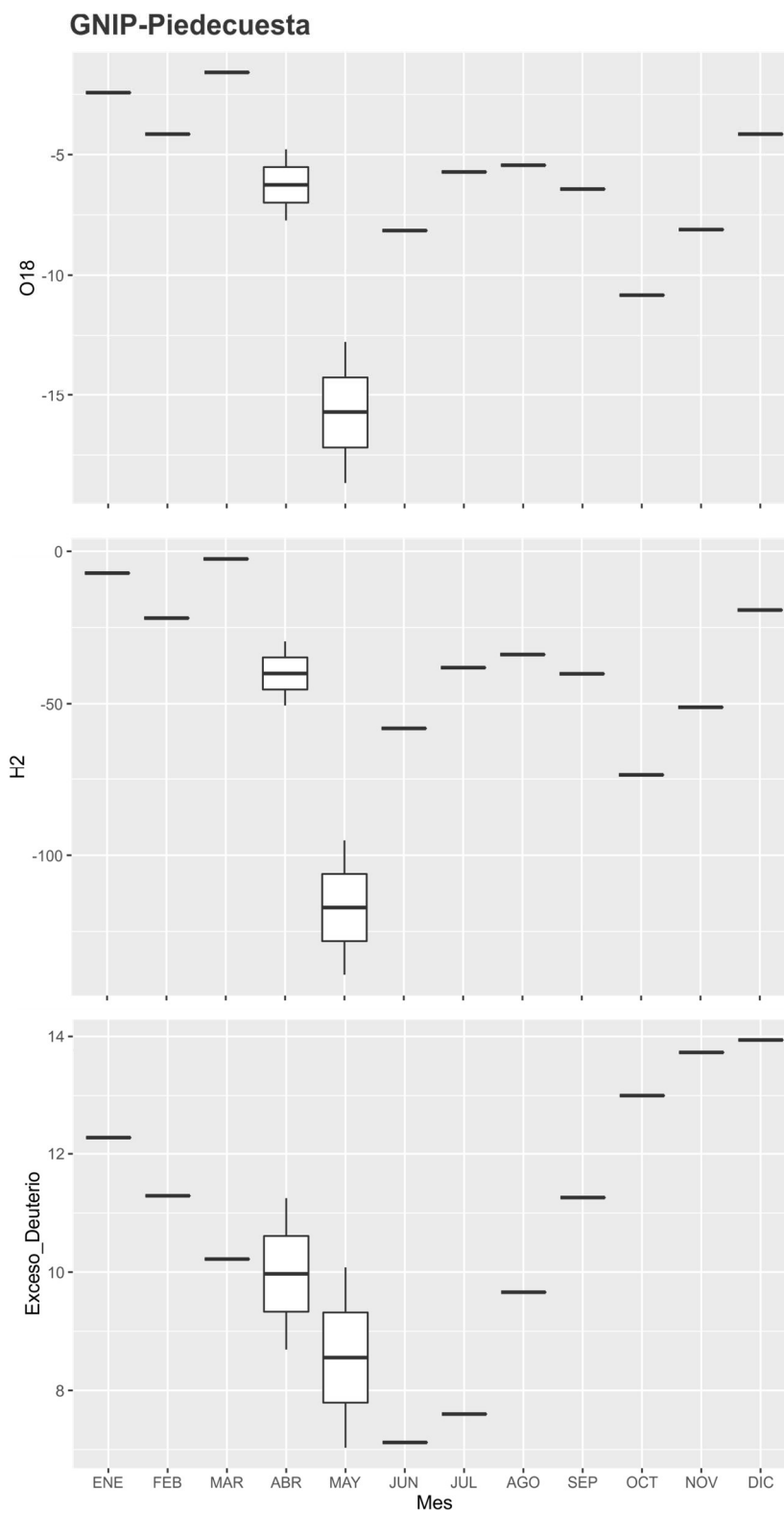


Figura 174. Variación mensual, estación GNIP-Piedecuesta

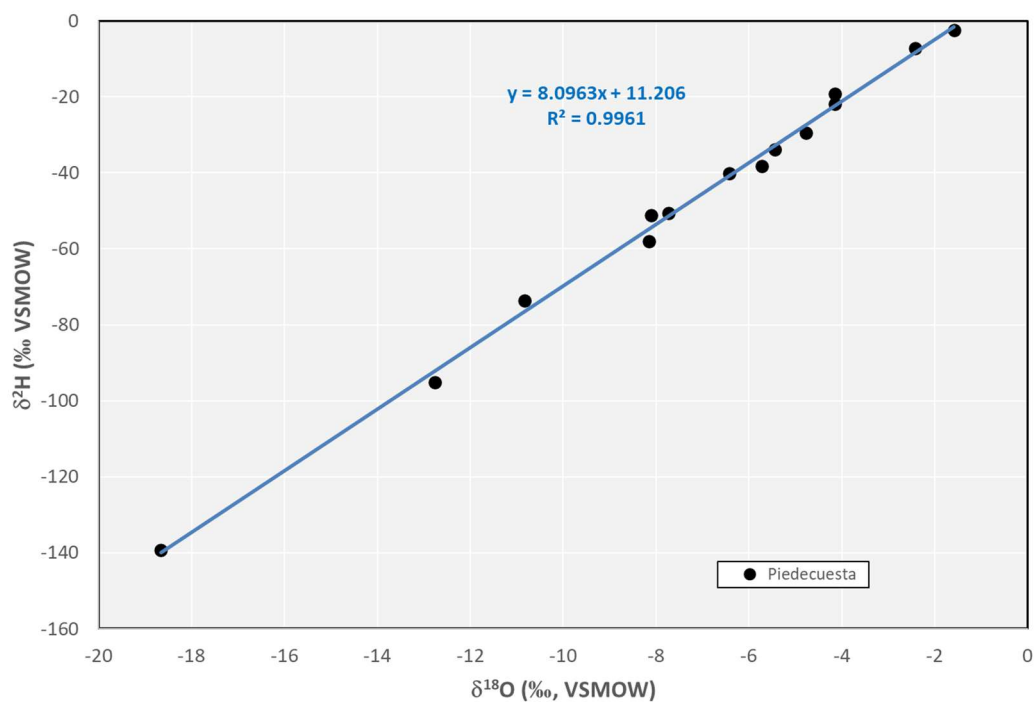


Figura 175. Recta meteórica local, estación GNIP-Piedecuesta

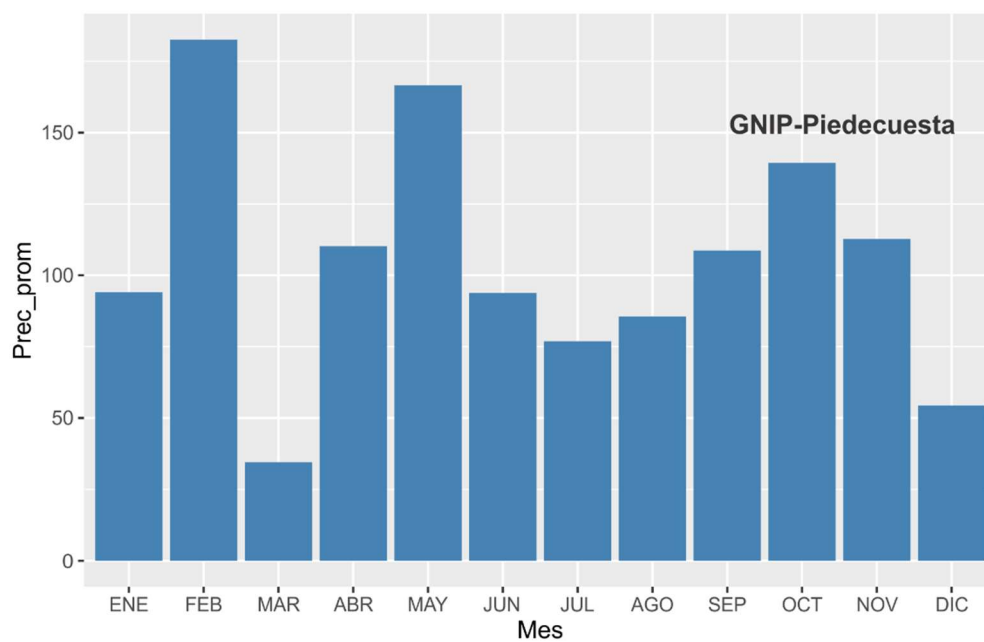


Figura 176. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Piedecuesta

4.12 GNIP-Maicao

Tabla 31. Estadística descriptiva estación GNIP-Maicao

Parámetro	H2	O18	d
Media	-32.6	-5.20	9.1
Mediana	-28.7	-4.83	9.3
Desviación estándar	20.2	2.34	2.1
Curtosis	4.8	5.05	-0.5
Coefficiente de asimetría	-2.1	-2.03	-0.5
Rango	71.6	8.66	6.4
Mínimo	-85.5	-11.37	5.5
Máximo	-13.9	-2.71	11.8
Datos utilizados	11.0	11.00	11.0
Datos descartados	1.0	1.00	1.0
Promedio aritmético	-32.6	-5.20	9.1
Promedio ponderado	-36.0	-5.64	9.1

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

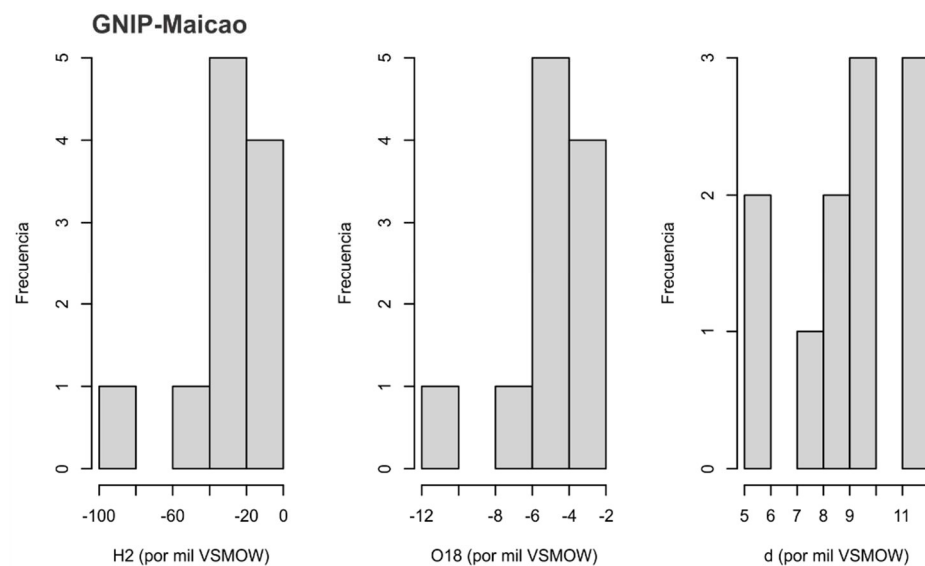


Figura 177. Histogramas, estación GNIP-Maicao

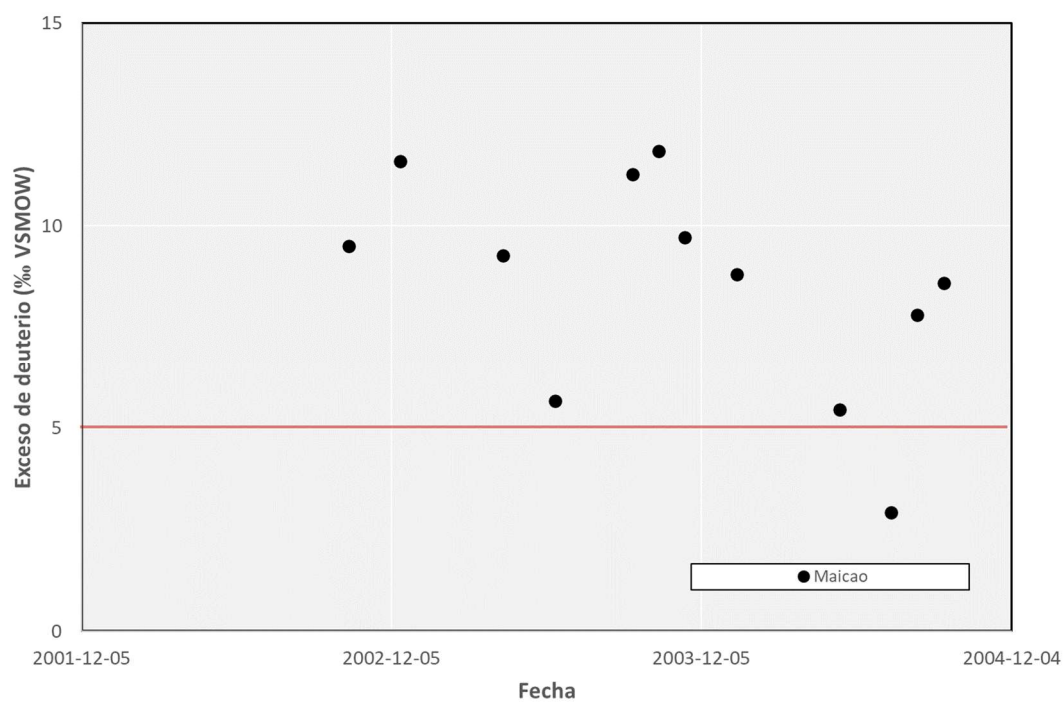


Figura 178. Exceso de deuterio (d), estación GNIP-Maicao

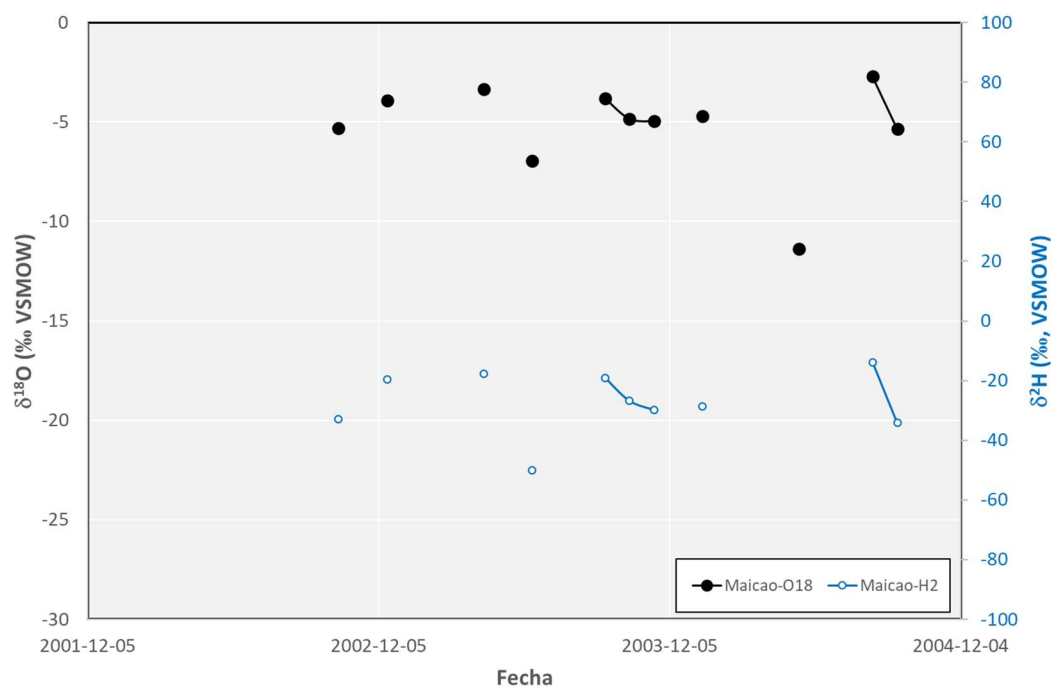


Figura 179. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación GNIP-Maicao

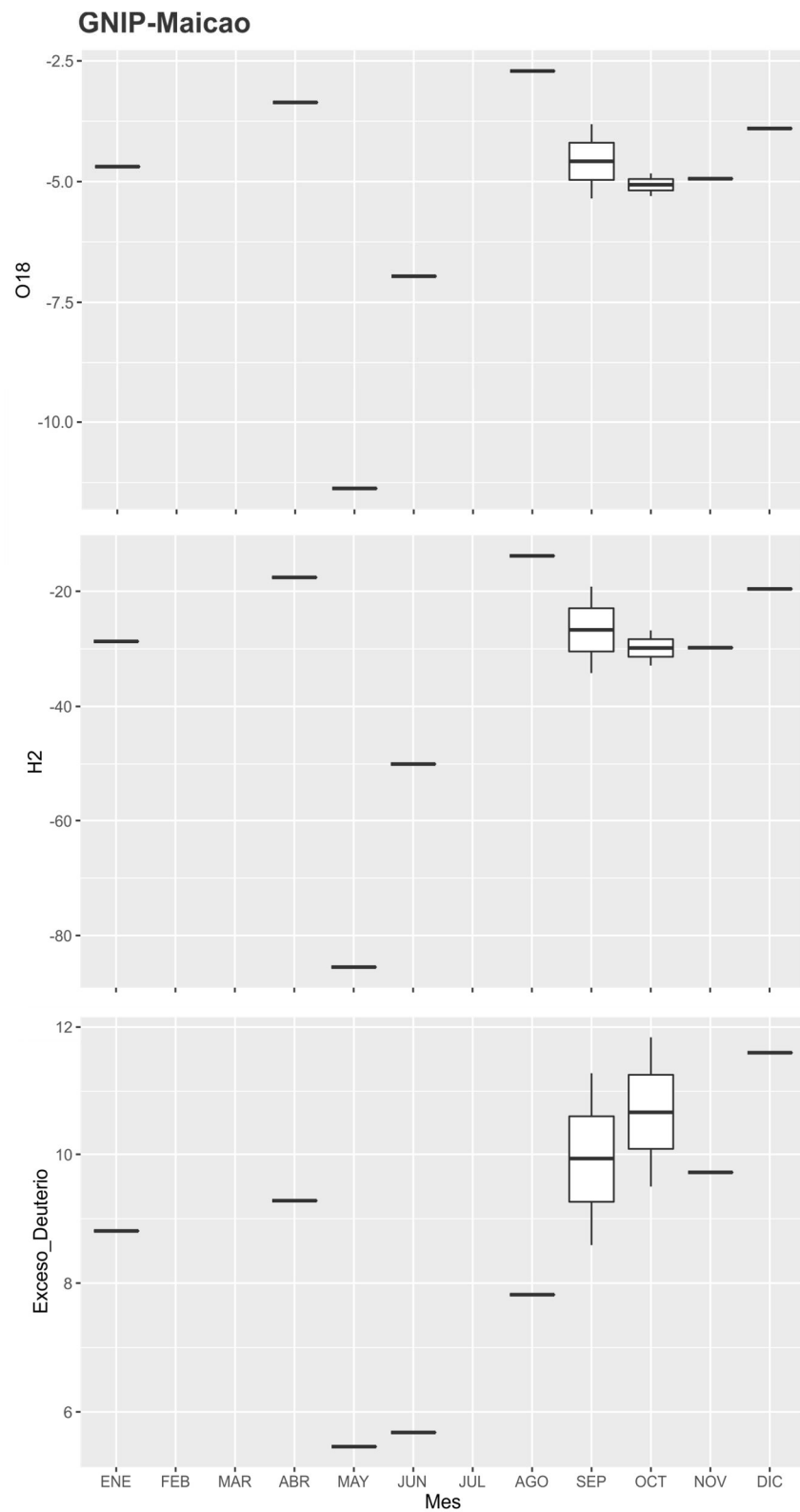


Figura 180. Variación mensual, estación GNIP-Maicao

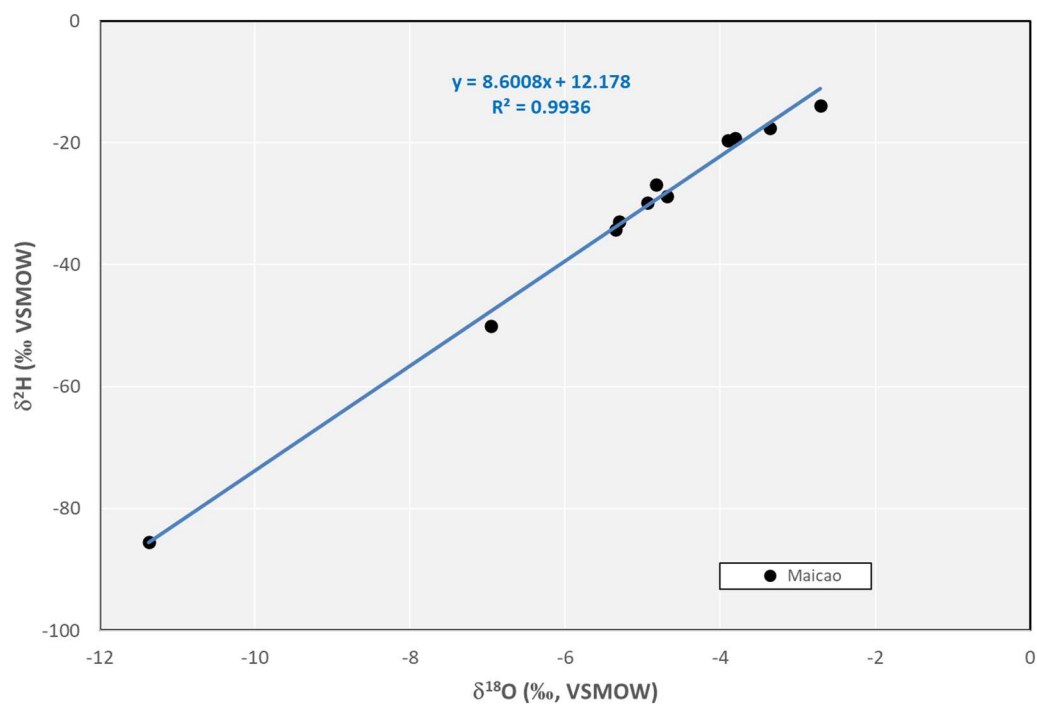


Figura 181. Recta meteórica local, estación GNIP-Maicao

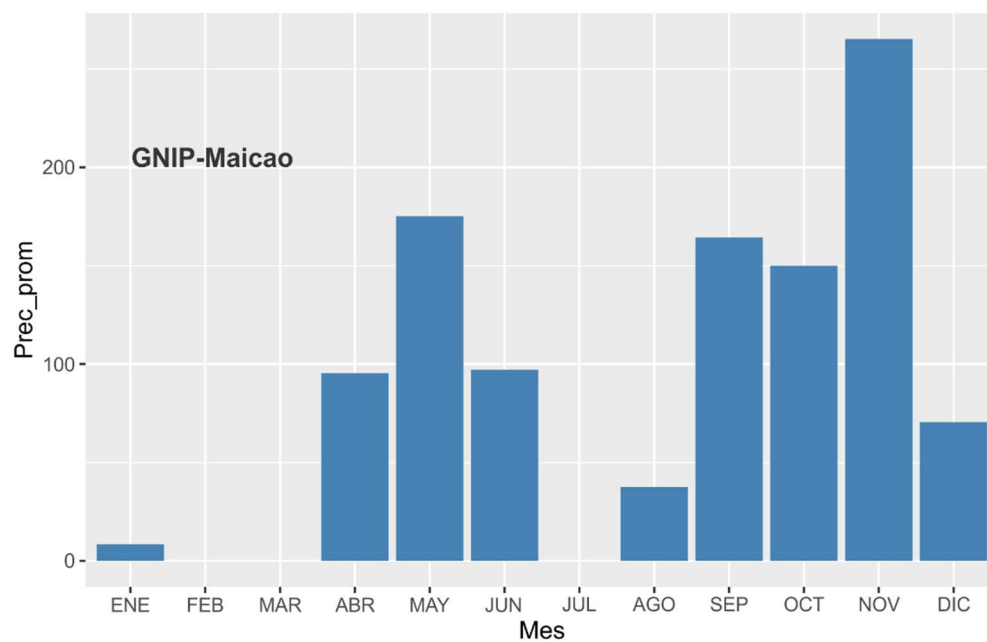


Figura 182. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación GNIP-Maicao

5 Otras fuentes de datos

5.1 ANLA-Quebradona

Tabla 32. Estadística descriptiva estación ANLA-Quebradona

Parámetro	H2	O18	d
Media	-65.3	-9.73	12.6
Mediana	-71.9	-10.57	11.6
Desviación estándar	36.8	4.39	2.3
Curtosis	-0.6	-0.53	-1.3
Coefficiente de asimetría	-0.1	-0.16	0.5
Rango	116.9	14.09	6.9
Mínimo	-129.8	-17.66	9.4
Máximo	-12.9	-3.57	16.3
Datos utilizados	14.0	14.00	14.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-65.3	-9.73	12.6
Promedio ponderado	-68.7	-10.11	12.1

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

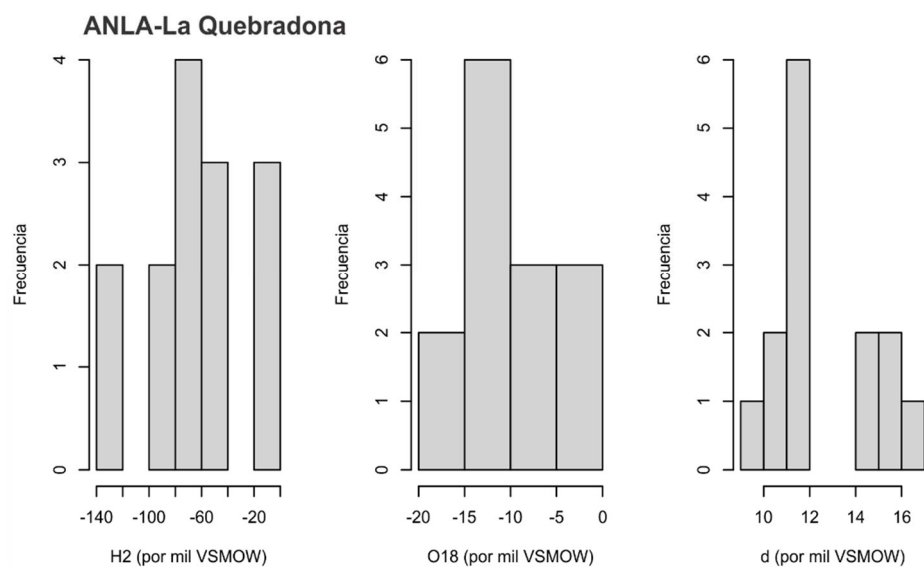


Figura 183. Histogramas, estación ANLA-Quebradona

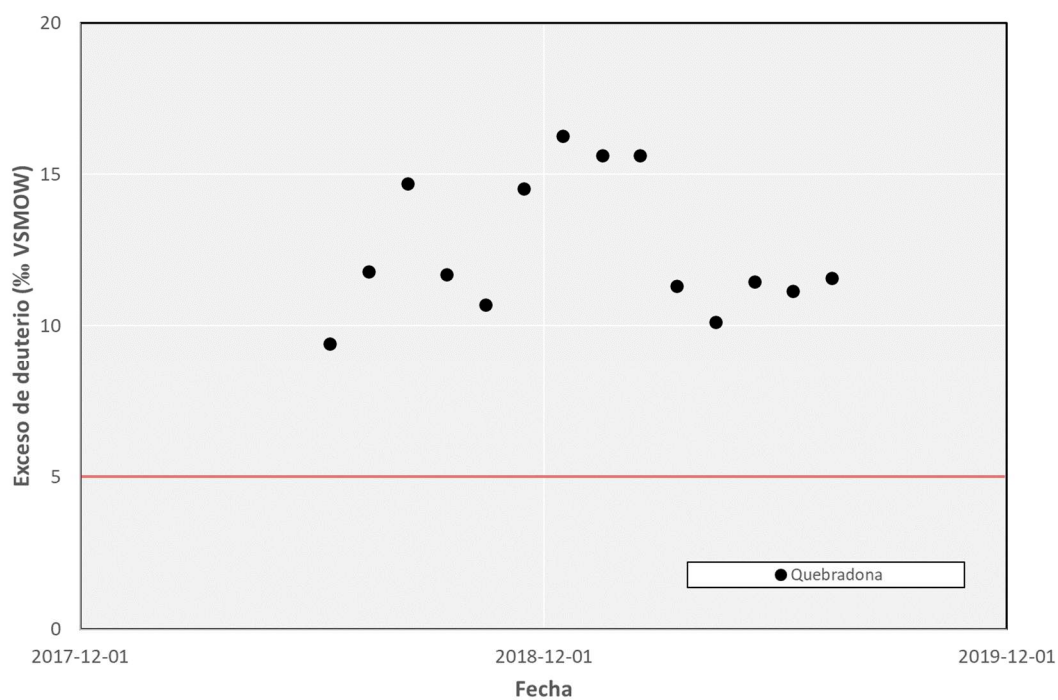


Figura 184. Exceso de deuterio (d), estación ANLA-Quebradona

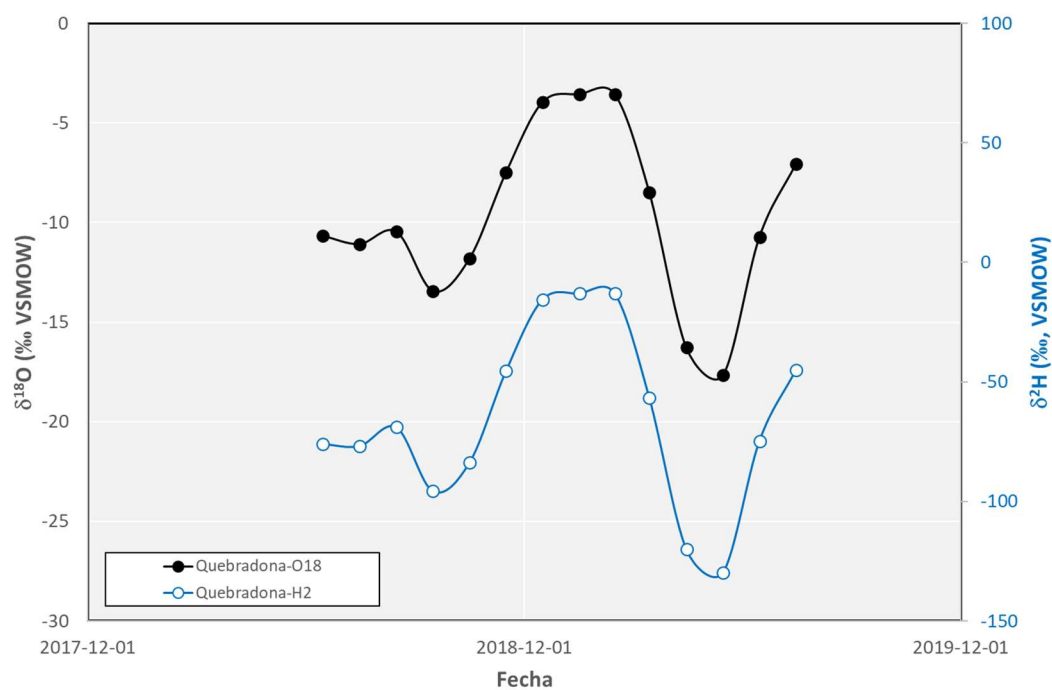


Figura 185. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación ANLA-Quebradona

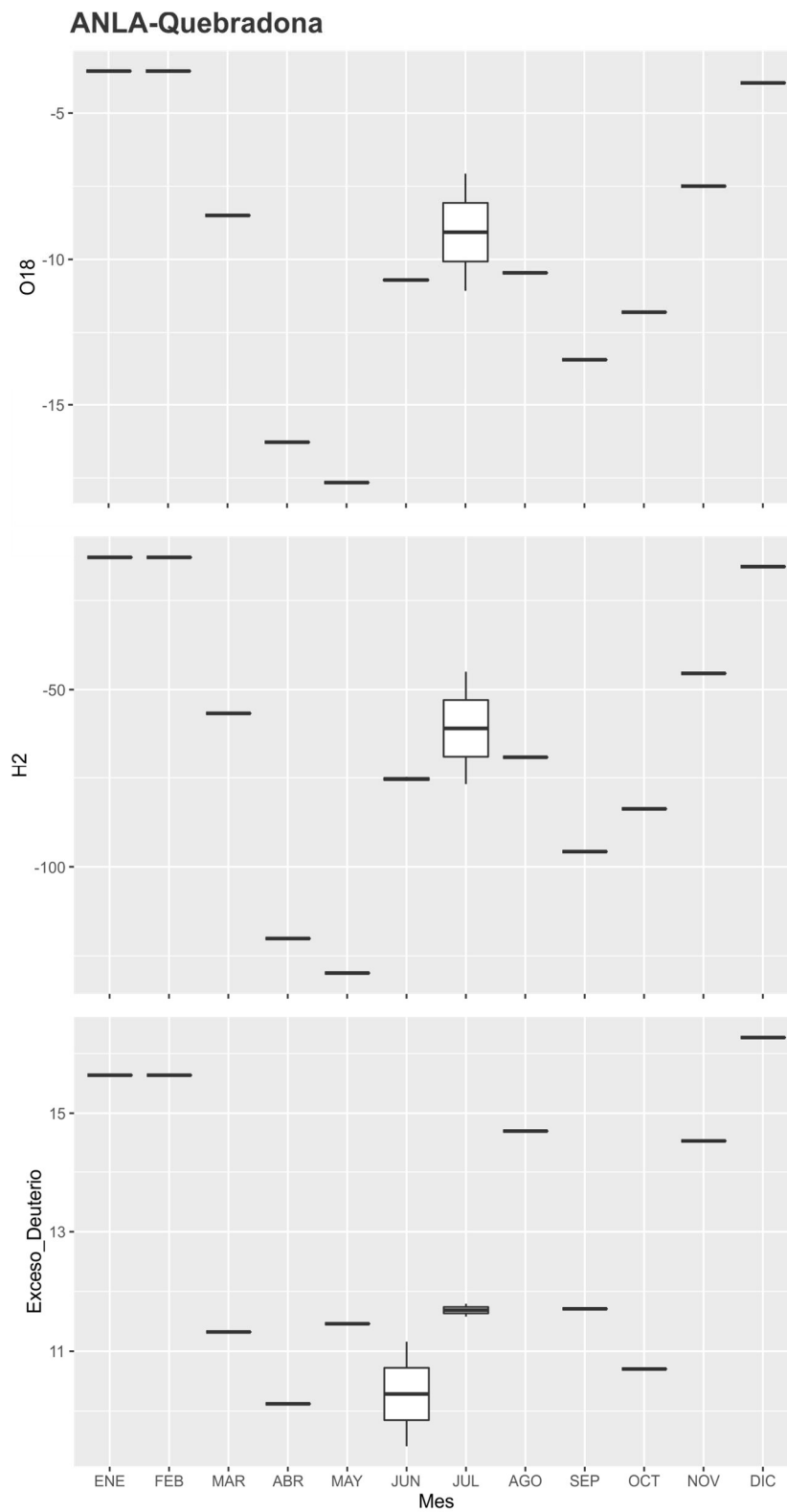


Figura 186. Variación mensual, estación ANLA-Quebradona

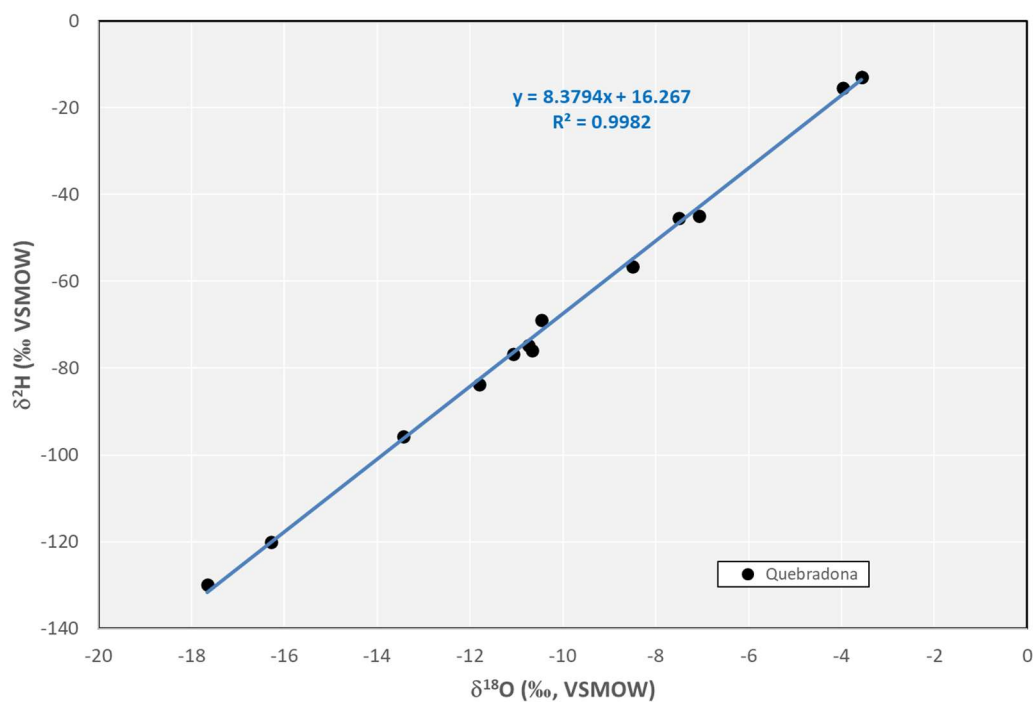


Figura 187. Recta meteórica local, estación ANLA-Quebradona

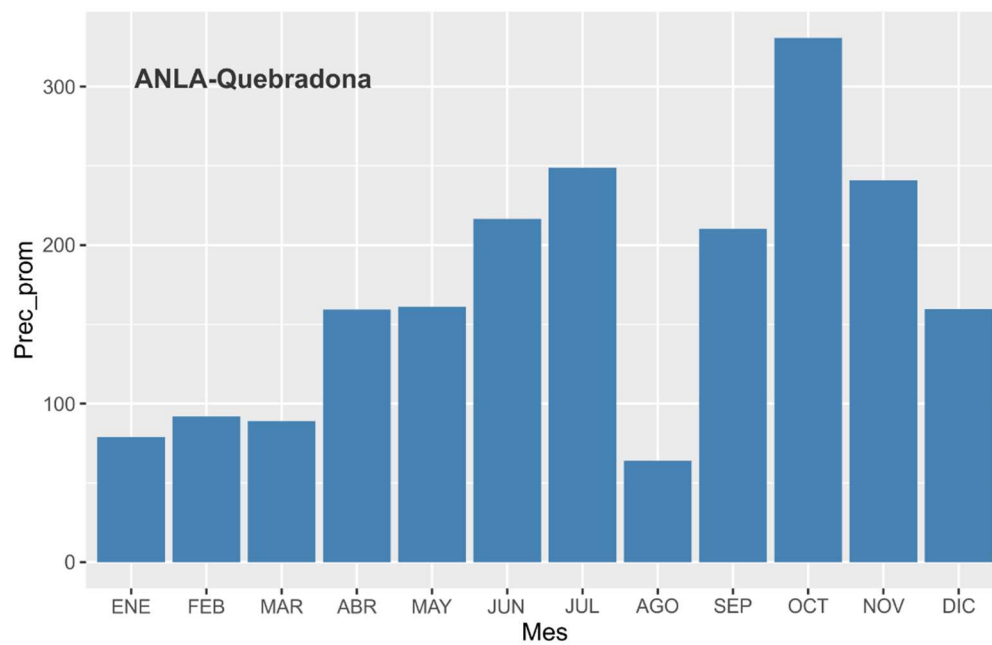


Figura 188. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación ANLA-Quebradona

5.2 ANLA-San Antonio

Tabla 33. Estadística descriptiva estación ANLA-San Antonio

Parámetro	H2	O18	d
Media	-55.5	-8.11	9.4
Mediana	-61.8	-9.13	9.4
Desviación estándar	39.2	4.80	1.8
Curtosis	-0.8	-0.77	0.0
Coefficiente de asimetría	0.0	-0.06	-0.7
Rango	119.4	14.68	5.9
Mínimo	-120.4	-16.18	5.8
Máximo	-1.1	-1.50	11.8
Datos utilizados	13.0	13.00	13.0
Datos descartados	1.0	1.00	1.0
Promedio aritmético	-55.5	-8.11	9.4
Promedio ponderado	-67.5	-9.61	9.3

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

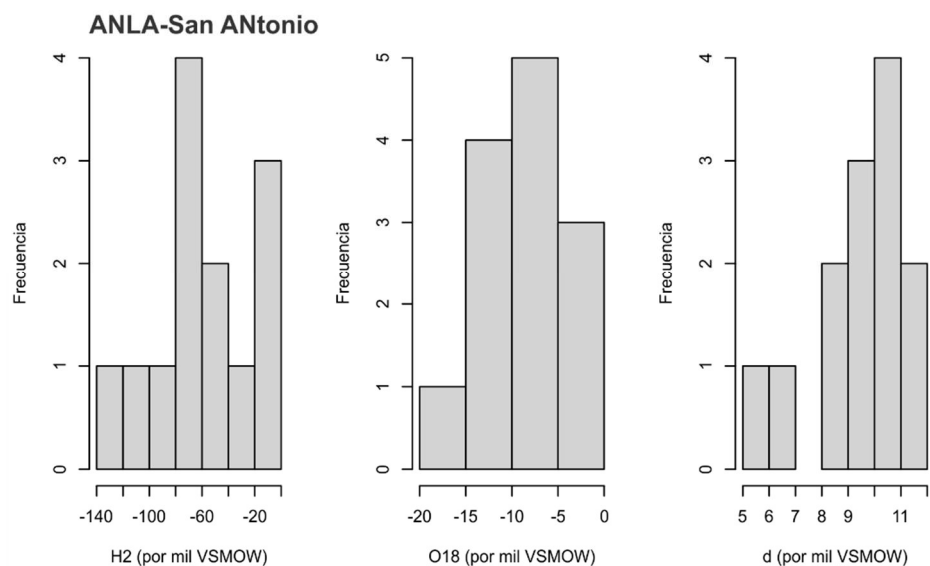


Figura 189. Histogramas, estación ANLA-San Antonio

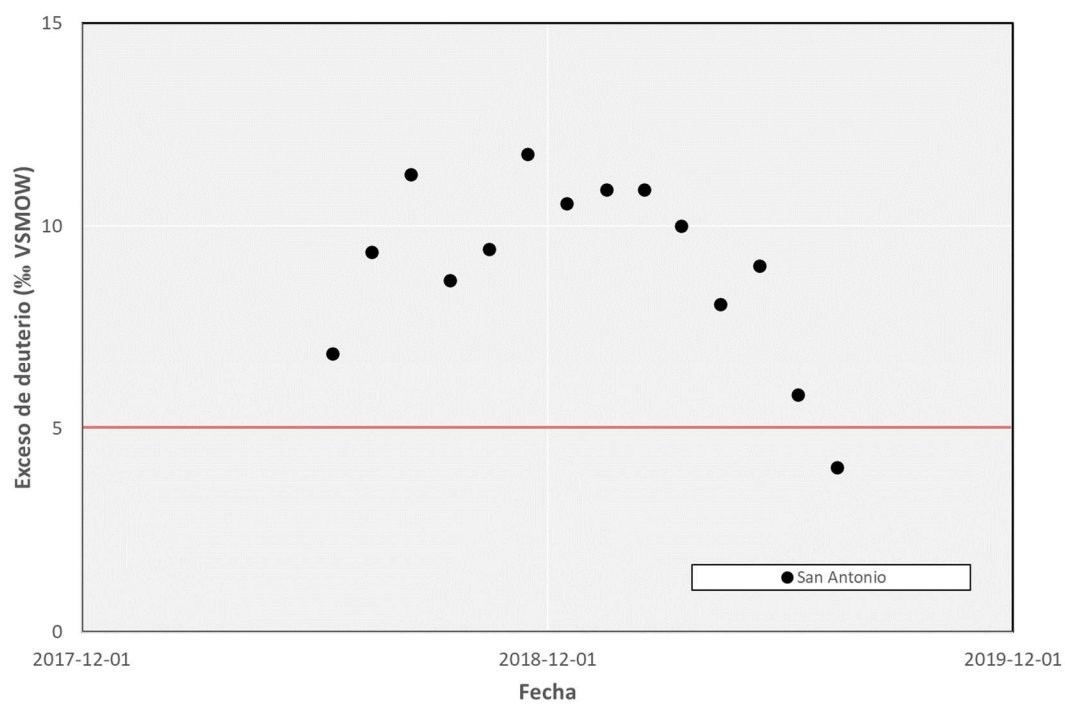


Figura 190. Exceso de deuterio (d), estación ANLA-San Antonio

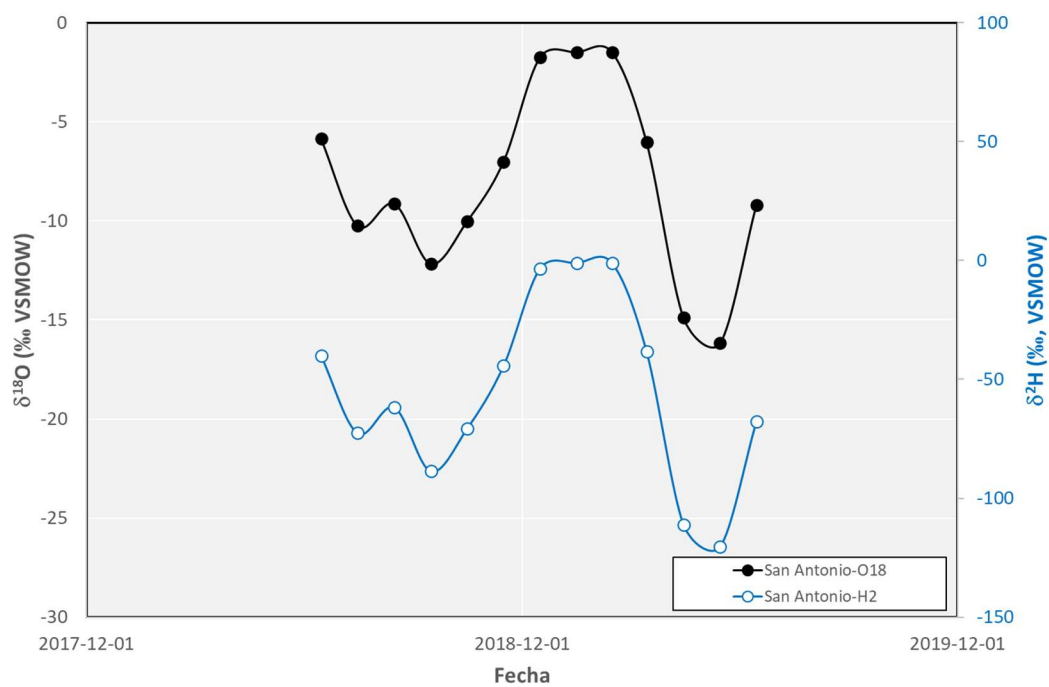


Figura 191. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación ANLA-San Antonio

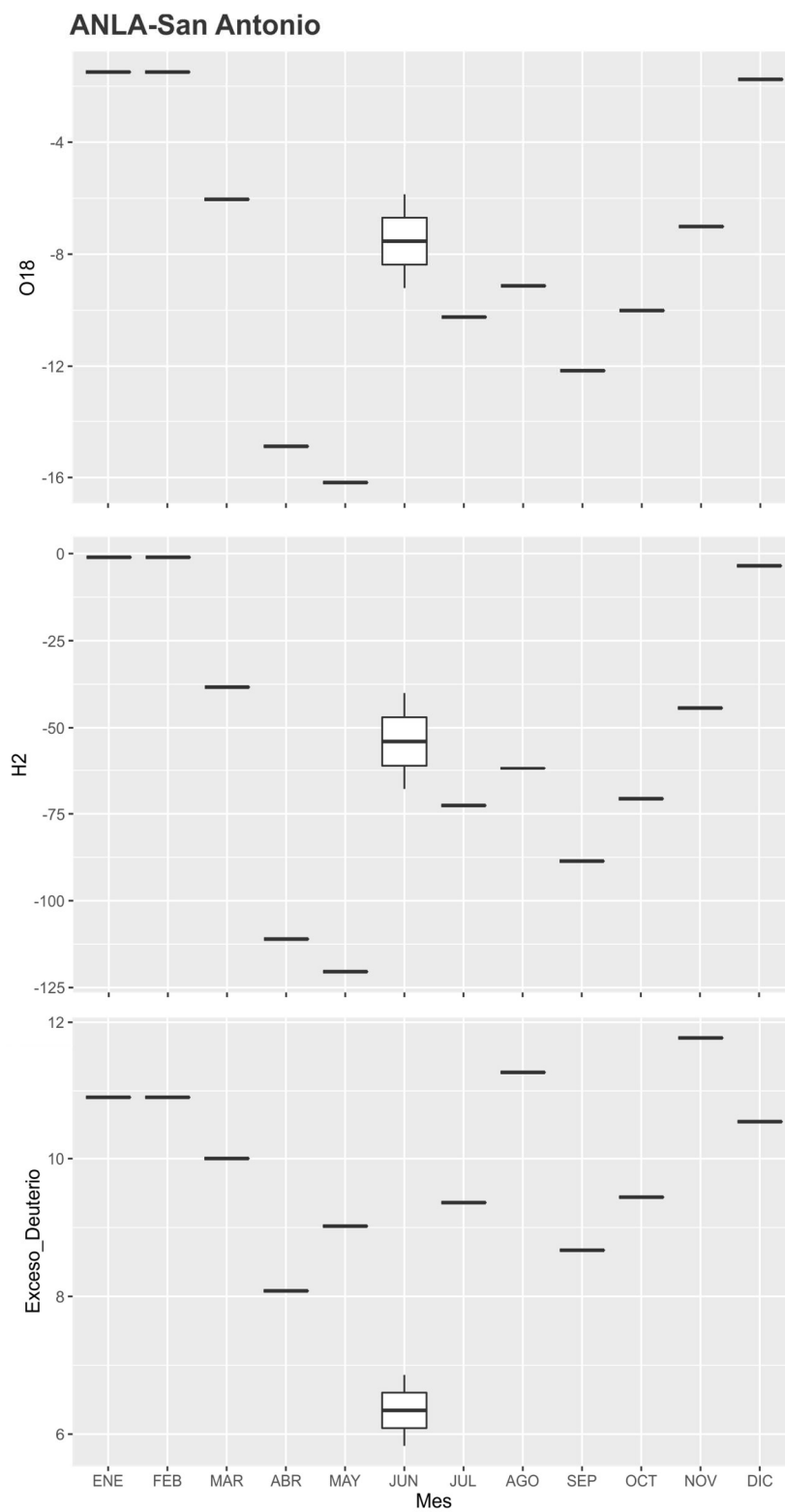


Figura 192. Variación mensual, estación ANLA-San ANtonio

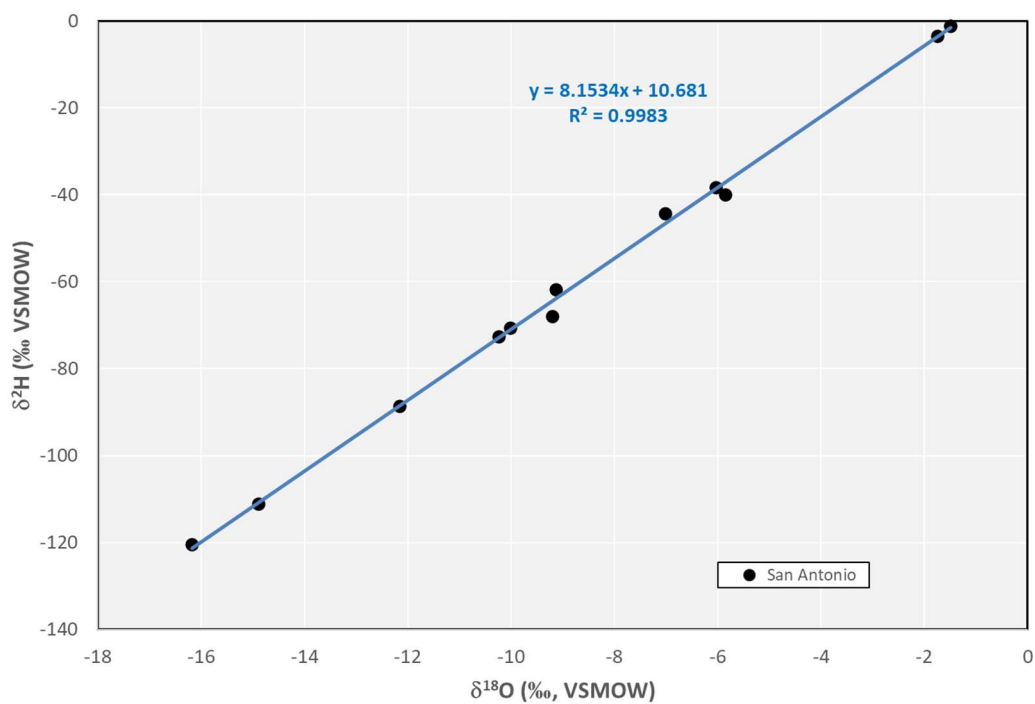


Figura 193. Recta meteórica local, estación ANLA-San Antonio

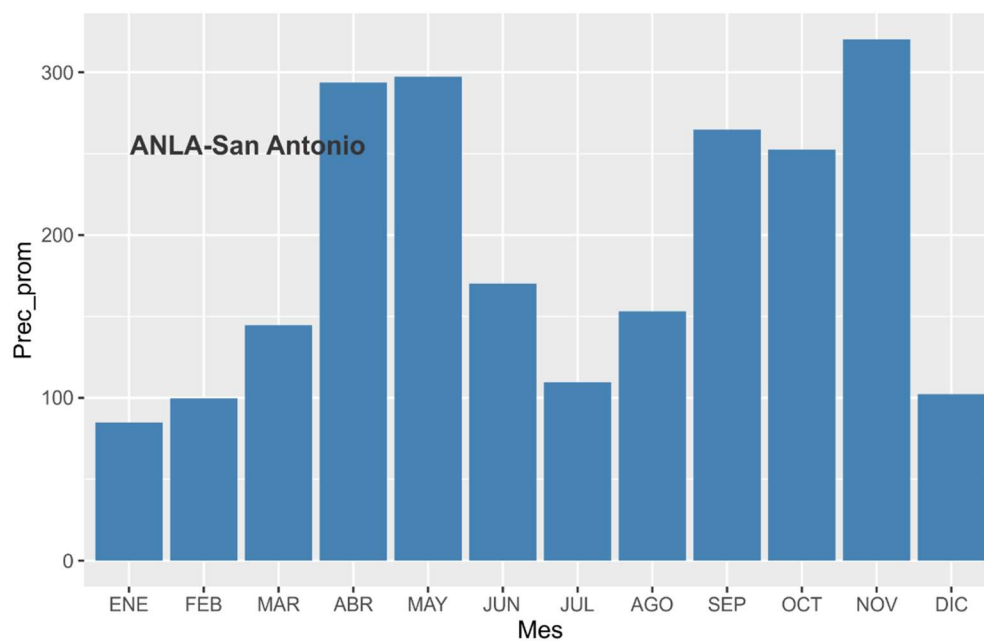


Figura 194. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación ANLA-San Antonio

5.3 QNIP-CRQ

Tabla 34. Estadística descriptiva estación QNIP-CRQ

Parámetro	H2	O18	d
Media	-71.1	-10.40	12.2
Mediana	-72.9	-10.52	12.2
Desviación estándar	29.1	3.57	1.8
Curtosis	-0.6	-0.65	1.1
Coefficiente de asimetría	0.1	0.05	-0.4
Rango	108.9	13.45	8.8
Mínimo	-128.3	-17.40	7.4
Máximo	-19.4	-3.95	16.2
Datos utilizados	47.0	47.00	47.0
Datos descartados	2.0	2.00	2.0
Promedio aritmético	-71.1	-10.40	12.2
Promedio ponderado	-75.4	-10.94	12.1

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

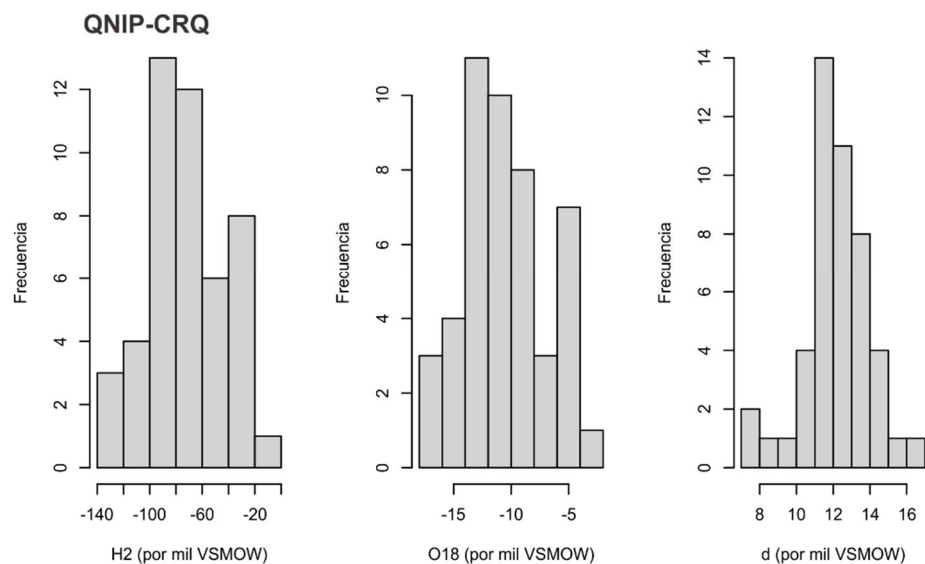


Figura 195. Histogramas, estación QNIP-CRQ

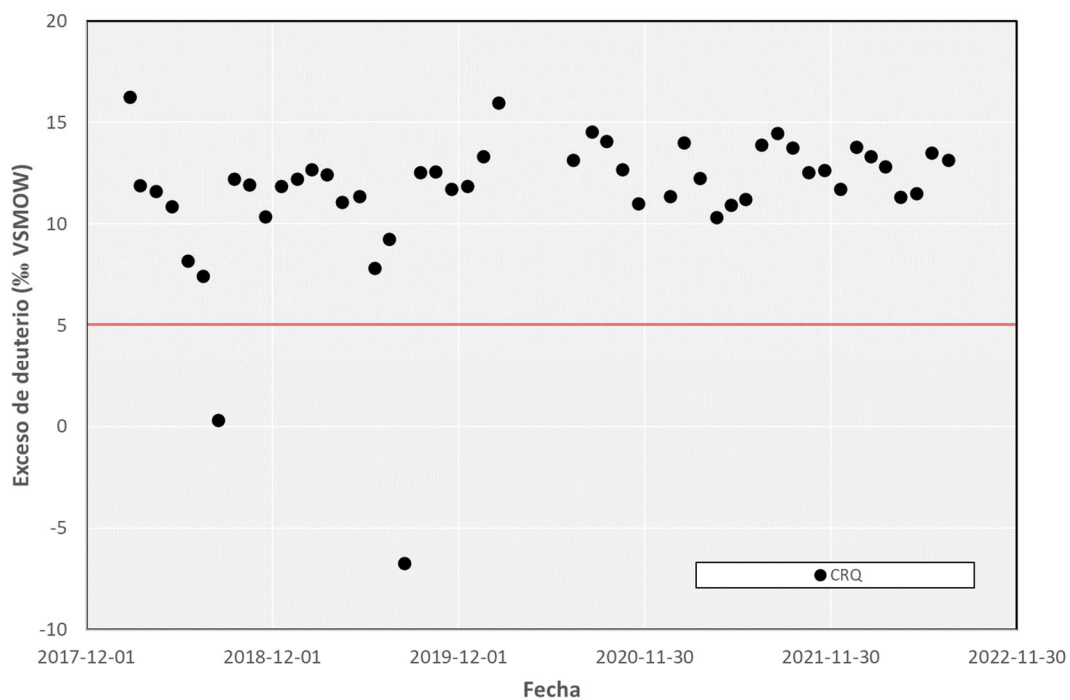


Figura 196. Exceso de deuterio (d), estación QNIP-CRQ

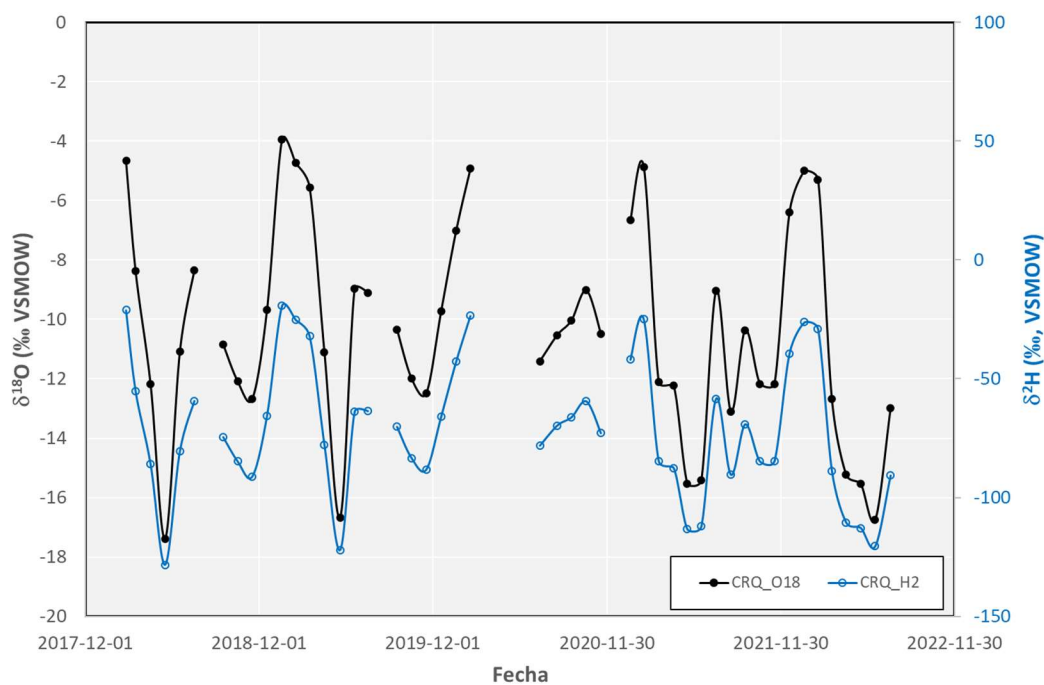


Figura 197. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación QNIP-CRQ

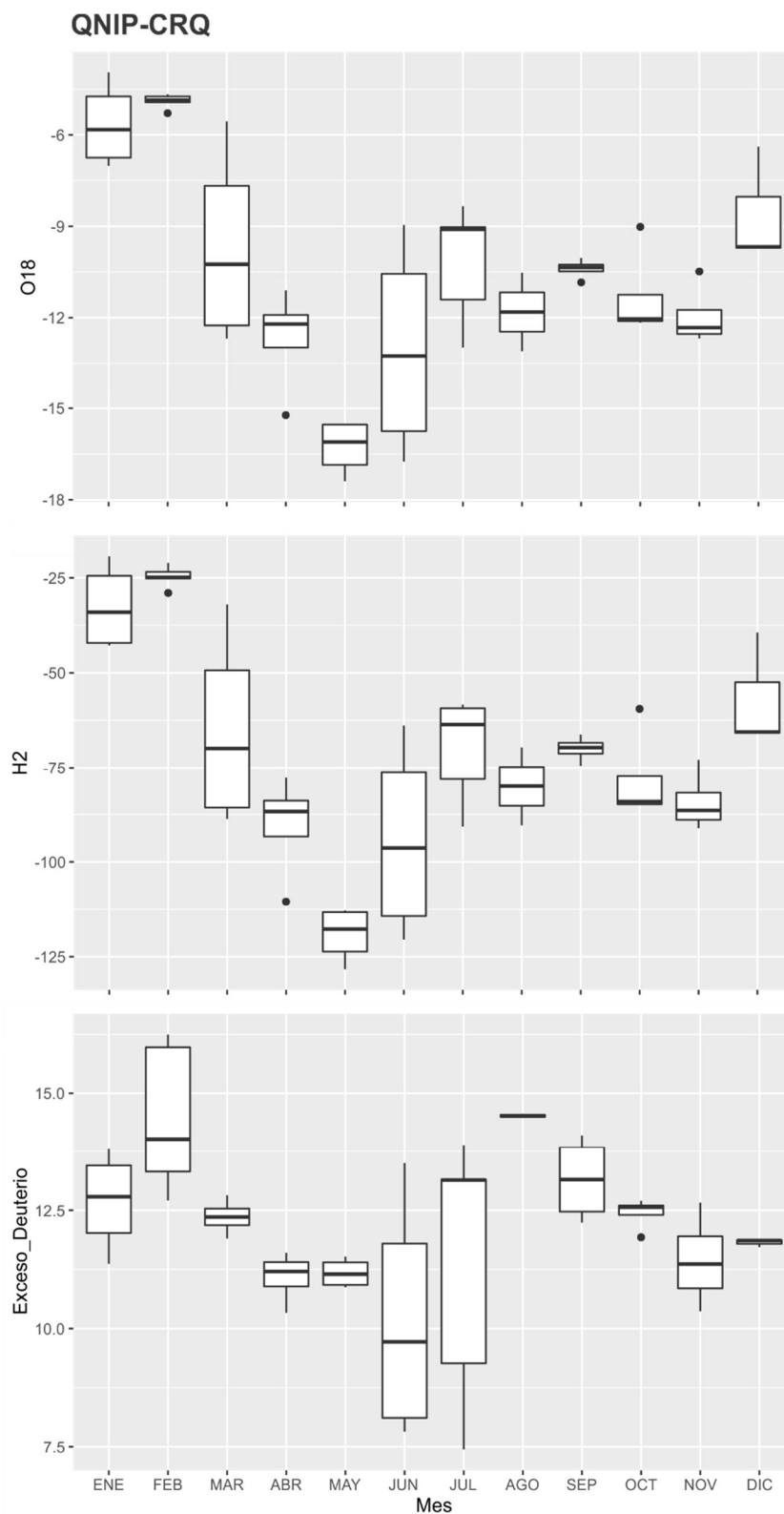


Figura 198. Variación mensual, estación QNIP-CRQ

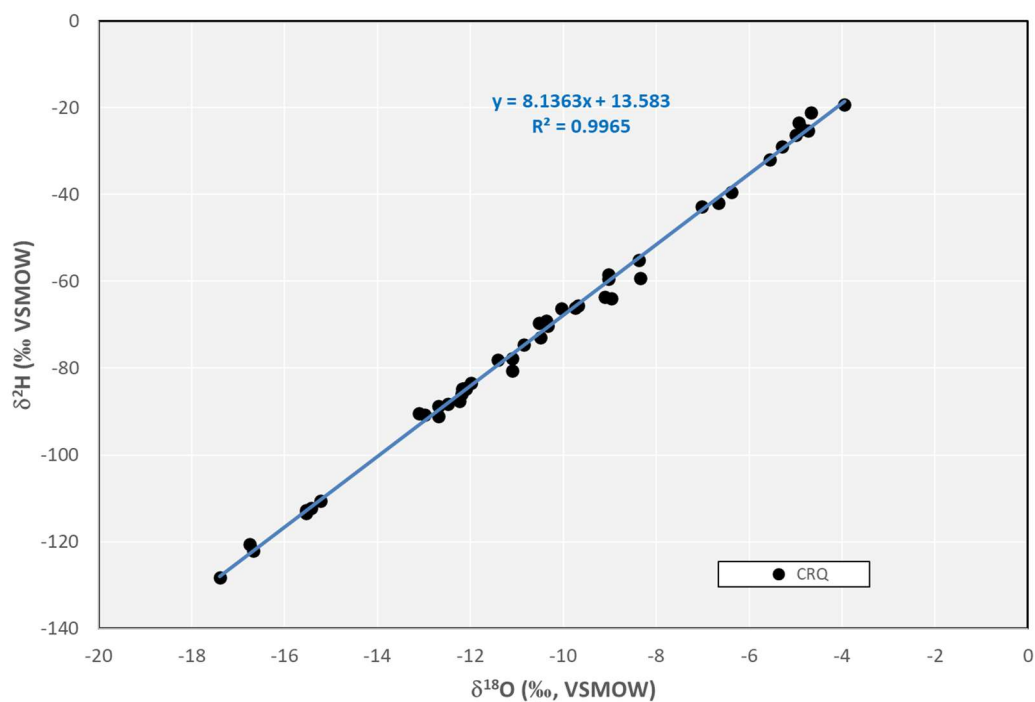


Figura 199. Recta meteórica local, estación QNIP-CRQ

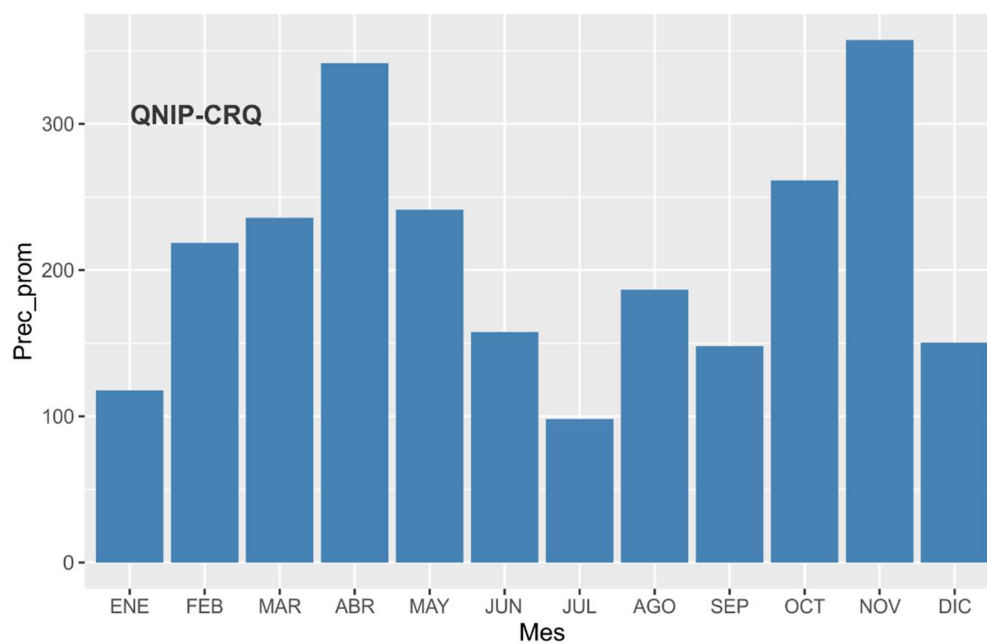


Figura 200. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación QNIP-CRQ

5.4 A&A-La Asomadera

Tabla 35. Estadística descriptiva estación A&A-La Asomadera

Parámetro	H2	O18	d
Media	-86.3	-12.46	13.4
Mediana	-87.3	-12.16	13.1
Desviación estándar	27.0	3.22	2.4
Curtosis	-0.3	-0.47	-0.2
Coefficiente de asimetría	0.3	0.21	-0.4
Rango	101.3	12.05	9.5
Mínimo	-131.5	-17.89	7.7
Máximo	-30.3	-5.84	17.2
Datos utilizados	26.0	26.00	26.0
Datos descartados	0.0	0.00	0.0
Promedio aritmético	-86.3	-12.46	13.4
Promedio ponderado	-88.4	-12.74	13.5

NOTA: Valores en notación delta, en por miles respecto al VSMOW

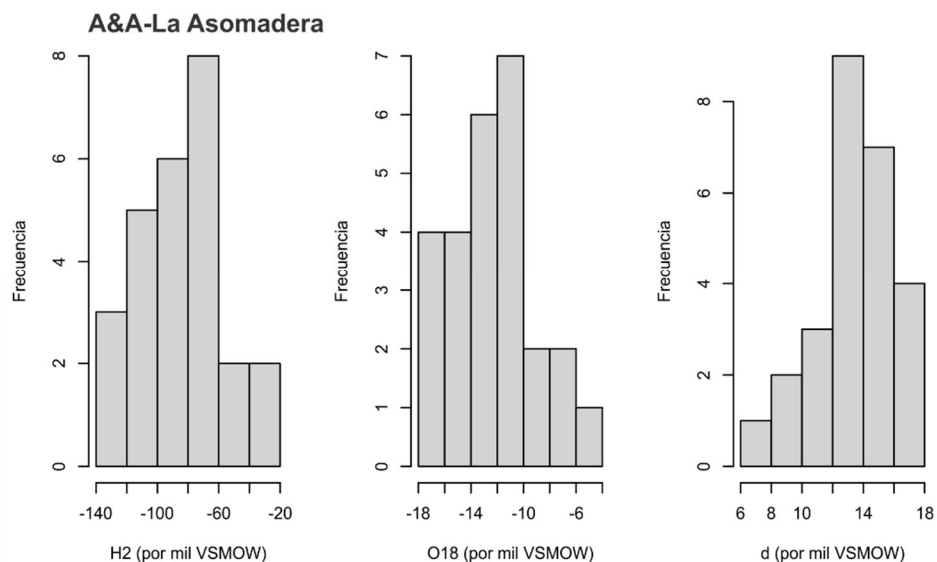


Figura 201. Histogramas, estación A&A-La Asomadera

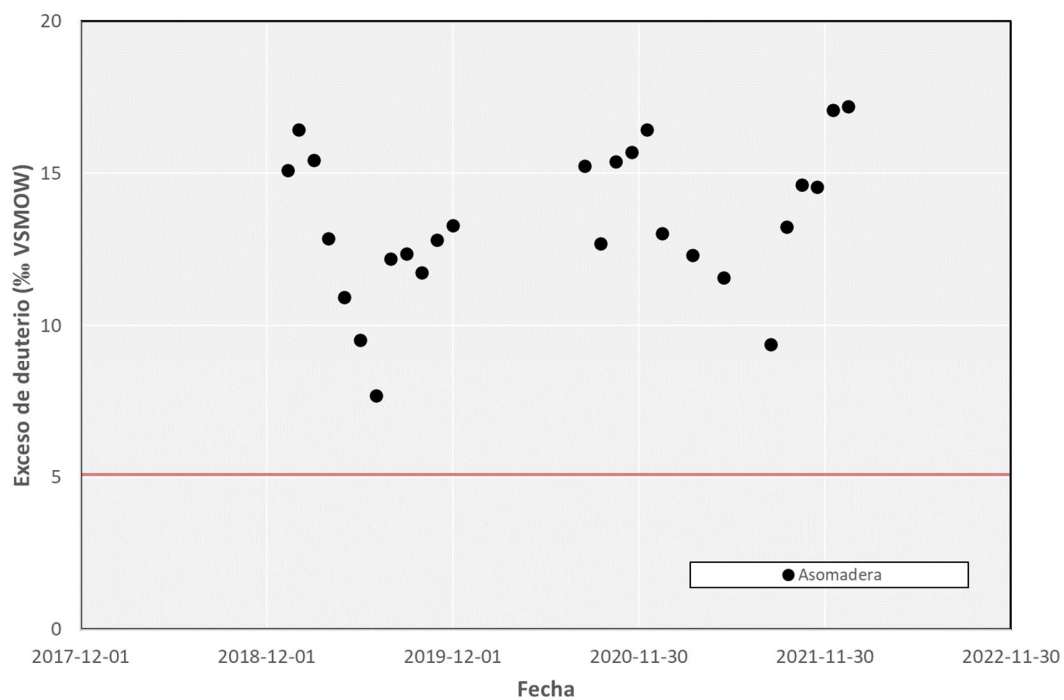


Figura 202. Exceso de deuterio (d), estación A&A-La Asomadera

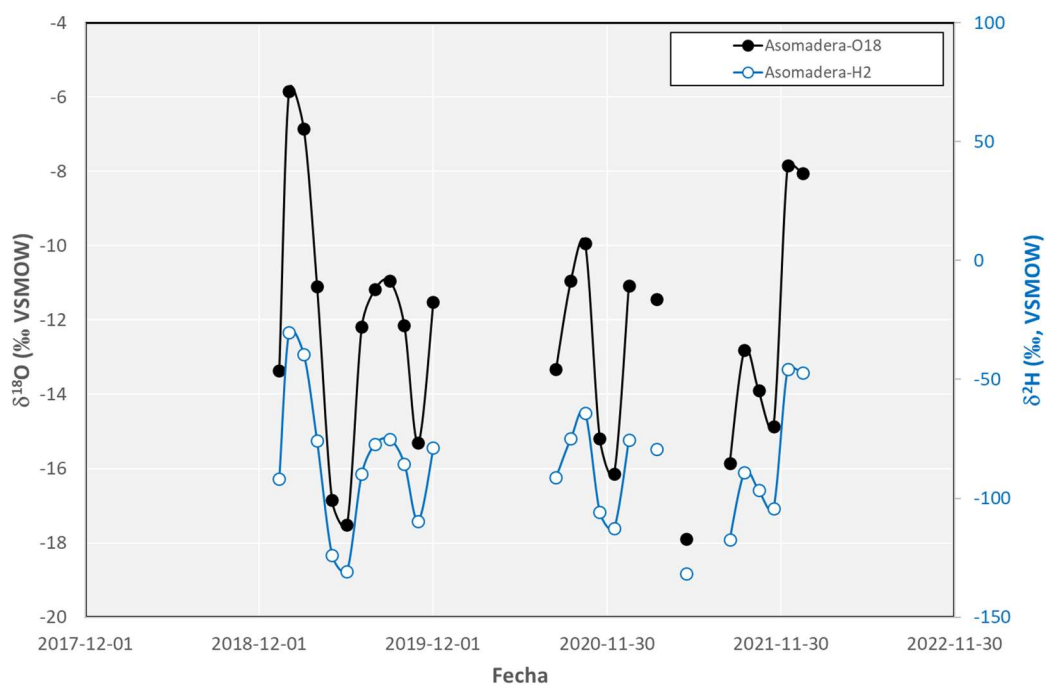


Figura 203. Series de datos, oxígeno-18 y deuterio, estación A&A-La Asomadera

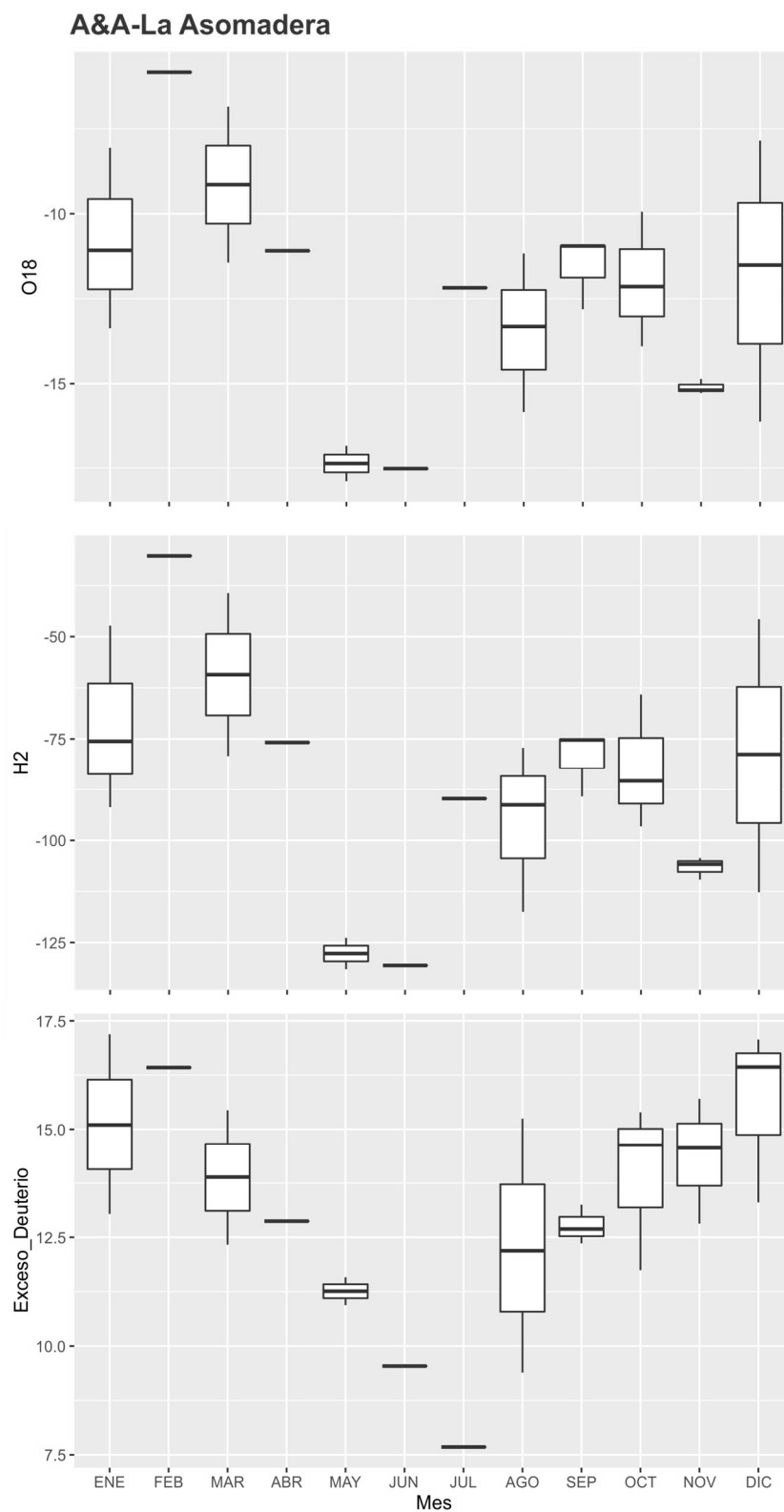


Figura 204. Variación mensual, estación A&A-La Asomadera

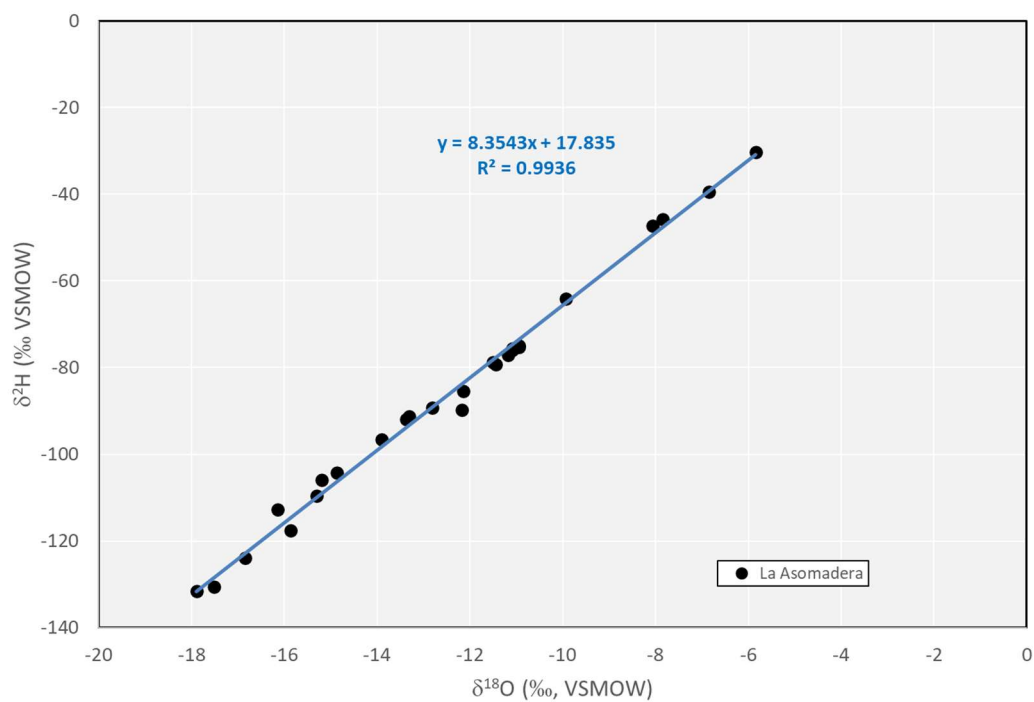


Figura 205. Recta meteórica local, estación A&A-La Asomadera

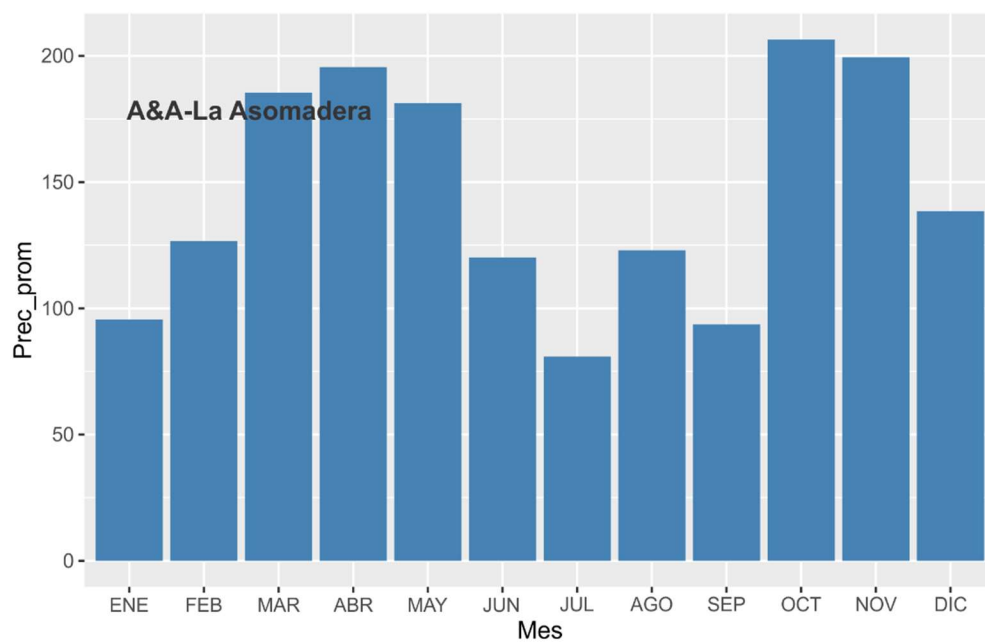


Figura 206. Precipitación mensual (mm) CHIRPS, estación A&A-La Asomader

6 Rectas Meteóricas Locales (RML)

6.1 Método ordinario de mínimos cuadrados (OLSR)

Estación	n	m	std_m	b	std_b	r2
RNI-Bolivia	12	8.24	0.19	12.78	1.43	1.00
RNI-Bucaramanga	57	8.10	0.24	10.42	1.56	0.99
RNI-Carmen de Tonchalá	31	8.17	0.35	10.51	1.42	0.99
RNI-Duitama	47	7.87	0.18	7.85	1.53	0.99
RNI-Ibagué	81	8.02	0.14	10.10	1.08	0.99
RNI-La Macarena	13	7.53	0.91	7.09	4.26	0.97
RNI-Pasto	57	8.10	0.18	10.04	1.89	0.99
RNI-Pereira	73	7.86	0.20	9.47	1.95	0.99
RNI-Cali	49	7.62	0.22	7.71	2.36	0.99
RNI-Villavicencio1	44	7.84	0.25	8.54	1.42	0.99
RNI-Quibdó	23	8.49	0.68	19.88	5.65	0.97
RNI-Buenaventura	19	7.98	0.72	12.40	4.20	0.97
RNI-San Andrés	47	7.42	0.42	9.57	1.29	0.97
GNIP-Bogotá	297	8.22	0.08	13.20	0.81	0.99
GNIP-Tunelapa	86	8.08	0.11	10.53	0.70	1.00
GNIP-Barranquilla	71	7.93	0.19	7.92	1.04	0.99
GNIP-El Tesoro	147	7.82	0.12	8.20	0.70	0.99
GNIP-Toluviejo	25	8.08	0.40	9.18	2.01	0.99
GNIP-El Picacho	19	8.11	0.29	14.46	3.39	1.00
GNIP-La Casita	18	8.49	0.38	15.39	3.42	0.99
GNIP-Tona	19	8.29	0.33	14.01	3.00	0.99
GNIP-La Galvicia	20	8.43	0.27	15.52	2.18	1.00
GNIP-Berlín	20	8.03	0.25	12.33	2.73	1.00
GNIP-San Antonio	20	8.29	0.16	13.87	1.50	1.00
GNIP-La Mariana	17	8.44	0.33	16.60	3.11	0.99
GNIP-Ideam	11	8.86	0.62	17.02	4.42	0.99
GNIP-Carraipía	9	8.52	0.76	11.71	3.75	0.99
GNIP-Albania	11	8.14	0.60	11.61	6.84	0.99
GNIP-Piedecuesta	14	8.10	0.32	11.21	2.68	1.00
GNIP-Maicao	11	8.60	0.52	12.18	2.95	0.99
ANLA-Quebradona	14	8.38	0.22	16.27	2.36	1.00
ANLA-San Antonio	13	8.15	0.22	10.68	2.06	1.00
QNIP-CRQ	47	8.14	0.15	13.58	1.59	1.00
A&A-La Asomadera	26	8.35	0.28	17.84	3.64	0.99

NOTA: n = número de datos; m = pendiente; std_m = desviación estándar de la pendiente; b = intercepto; std_b = desviación estándar del intercepto; r2 = coeficiente de determinación

6.2 Método eje principal (MA)

Estación	n	m	std_m	b	std_b	r2
RNI-Bolivia	12	8.25	0.19	12.84	1.22	
RNI-Bucaramanga	57	8.20	0.24	10.95	1.28	
RNI-Carmen de Tonchalá	31	8.28	0.34	10.81	1.00	
RNI-Duitama	47	7.92	0.18	8.17	1.31	
RNI-Ibagué	81	8.06	0.13	10.41	0.93	
RNI-La Macarena	13	7.77	0.84	8.10	3.44	
RNI-Pasto	57	8.16	0.18	10.57	1.77	
RNI-Pereira	73	7.95	0.19	10.27	1.77	
RNI-Cali	49	7.69	0.21	8.44	2.19	
RNI-Villavicencio1	44	7.92	0.24	8.92	1.17	
RNI-Quibdó	23	8.76	0.65	21.92	5.04	
RNI-Buenaventura	19	8.22	0.69	13.71	3.63	
RNI-San Andrés	47	7.68	0.41	10.19	0.98	
GNIP-Bogotá	297	8.28	0.08	13.74	0.74	
GNIP-Tunelapa	86	8.11	0.11	10.71	0.62	
GNIP-Barranquilla	71	8.00	0.18	8.29	0.93	
GNIP-EI Tesoro	147	7.89	0.12	8.54	0.63	
GNIP-Toluviejo	25	8.19	0.38	9.68	1.83	
GNIP-EI Picacho	19	8.15	0.28	14.89	3.11	
GNIP-La Casita	18	8.54	0.36	15.90	3.12	
GNIP-Tona	19	8.34	0.32	14.42	2.64	
GNIP-La Galvicia	20	8.46	0.26	15.77	1.94	
GNIP-Berlin	20	8.06	0.24	12.64	2.46	
GNIP-San Antonio	20	8.30	0.16	13.97	1.29	
GNIP-La Mariana	17	8.48	0.32	16.97	2.80	
GNIP-Ideam	11	8.93	0.58	17.50	3.77	
GNIP-Carraipia	9	8.61	0.71	12.10	3.23	
GNIP-Albania	11	8.22	0.56	12.44	6.17	
GNIP-Piedecuesta	14	8.13	0.31	11.43	2.22	
GNIP-Maicao	11	8.66	0.49	12.46	2.57	
ANLA-Quebradona	14	8.39	0.22	16.41	2.11	
ANLA-San Antonio	13	8.17	0.21	10.79	1.74	
QNIP-CRQ	47	8.16	0.14	13.88	1.49	
A&A-La Asomadera	26	8.41	0.28	18.50	3.44	

NOTA: n = número de datos; m = pendiente; std_m = desviación estándar de la pendiente; b = intercepto; std_b = desviación estándar del intercepto; r2 = coeficiente de determinación

6.3 Método eje principal reducido (RMA)

Estación	n	m	std_m	b	std_b	r2
RNI-Bolivia	12	8.24	0.19	12.81	1.24	
RNI-Bucaramanga	57	8.16	0.24	10.69	1.30	
RNI-Carmen de Tonchalá	31	8.23	0.34	10.68	1.01	
RNI-Duitama	47	7.89	0.18	8.01	1.32	
RNI-Ibague	81	8.04	0.13	10.27	0.94	
RNI-La Macarena	13	7.66	0.87	7.62	3.57	
RNI-Pasto	57	8.13	0.18	10.30	1.78	
RNI-Pereira	73	7.91	0.20	9.89	1.79	
RNI-Cali	49	7.66	0.22	8.09	2.21	
RNI-Villavicencio1	44	7.88	0.24	8.75	1.18	
RNI-Quibdo	23	8.62	0.67	20.91	5.16	
RNI-Buenaventura	19	8.10	0.71	13.04	3.73	
RNI-San Andres	47	7.56	0.42	9.90	0.99	
GNIP-Bogota	297	8.25	0.08	13.49	0.74	
GNIP-Tunelapa	86	8.10	0.11	10.62	0.62	
GNIP-Barranquilla	71	7.96	0.18	8.11	0.93	
GNIP-EI Tesoro	147	7.86	0.12	8.38	0.63	
GNIP-Toluviejo	25	8.14	0.39	9.45	1.86	
GNIP-EI Picacho	19	8.13	0.29	14.68	3.15	
GNIP-La Casita	18	8.52	0.37	15.66	3.17	
GNIP-Tona	19	8.31	0.33	14.22	2.68	
GNIP-La Galvicia	20	8.45	0.26	15.64	1.96	
GNIP-Berlin	20	8.04	0.24	12.49	2.49	
GNIP-San Antonio	20	8.30	0.16	13.92	1.30	
GNIP-La Mariana	17	8.46	0.33	16.79	2.84	
GNIP-Ideam	11	8.89	0.60	17.27	3.87	
GNIP-Carraipia	9	8.57	0.74	11.91	3.35	
GNIP-Albania	11	8.18	0.58	12.04	6.35	
GNIP-Piedecuesta	14	8.11	0.31	11.32	2.26	
GNIP-Maicao	11	8.63	0.51	12.33	2.64	
ANLA-Quebradona	14	8.39	0.22	16.34	2.14	
ANLA-San Antonio	13	8.16	0.22	10.74	1.77	
QNIP-CRQ	47	8.15	0.14	13.73	1.50	
A&A-La Asomadera	26	8.38	0.28	18.17	3.48	

NOTA: n = número de datos; m = pendiente; std_m = desviación estándar de la pendiente; b = intercepto; std_b = desviación estándar del intercepto; r2 = coeficiente de determinación

6.4 Método mínimos cuadrados ponderados por cantidad de lluvia (PWLSR)

Estación	n	m	std_m	b	std_b	r2
RNI-Bolivia	12	8.21	0.08	12.68	0.67	1.00
RNI-Bucaramanga	57	8.07	0.12	10.57	0.84	0.99
RNI-Carmen de Tonchalá	31	7.85	0.15	9.48	0.78	0.99
RNI-Duitama	47	7.97	0.09	8.81	0.87	0.99
RNI-Ibague	81	7.98	0.07	9.98	0.58	0.99
RNI-La Macarena	13	7.12	0.38	5.33	2.05	0.97
RNI-Pasto	57	8.05	0.10	9.49	1.07	0.99
RNI-Pereira	73	7.89	0.09	10.00	0.96	0.99
RNI-Cali	49	7.61	0.11	7.57	1.27	0.99
RNI-Villavicencio1	44	7.75	0.12	7.59	0.81	0.99
RNI-Quibdo	23	8.36	0.41	18.61	3.55	0.95
RNI-Buenaventura	19	7.94	0.36	11.53	2.17	0.97
RNI-San Andres	47	7.29	0.20	9.30	0.81	0.97
GNIP-Bogota	297	8.17	0.04	12.99	0.42	0.99
GNIP-Tunelapa	86	8.18	0.06	11.25	0.43	1.00
GNIP-Barranquilla	71	7.66	0.11	6.83	0.65	0.98
GNIP-EI Tesoro	147	7.83	0.06	8.23	0.38	0.99
GNIP-Toluviejo	25	8.10	0.19	9.28	1.02	0.99
GNIP-EI Picacho	19	8.01	0.14	13.19	1.80	0.99
GNIP-La Casita	18	8.47	0.17	15.31	1.68	0.99
GNIP-Tona	19	8.19	0.16	13.10	1.58	0.99
GNIP-La Galvicia	20	8.45	0.14	15.89	1.13	1.00
GNIP-Berlin	20	7.93	0.11	11.00	1.35	1.00
GNIP-San Antonio	20	8.26	0.07	13.63	0.71	1.00
GNIP-La Mariana	17	8.34	0.16	15.59	1.57	0.99
GNIP-Ideam	11	8.98	0.30	18.61	2.24	0.99
GNIP-Carraipia	9	8.98	0.30	18.61	2.24	0.99
GNIP-Albania	11	8.19	0.24	12.77	3.01	0.99
GNIP-Piedecuesta	14	8.10	0.13	11.26	1.24	1.00
GNIP-Maicao	11	8.69	0.19	13.04	1.13	1.00
ANLA-Quebradona	14	8.35	0.11	15.67	1.19	1.00
ANLA-San Antonio	13	8.15	0.11	10.76	1.13	1.00
QNIP-CRQ	47	8.14	0.06	13.64	0.65	1.00
A&A-La Asomadera	26	8.34	0.13	17.90	1.68	0.99

NOTA: n = número de datos; m = pendiente; std_m = desviación estándar de la pendiente; b = intercepto; std_b = desviación estándar del intercepto; r2 = coeficiente de determinación

7 Bibliografía

- Argiriou A., Lykoudis S. (2006). Isotopic composition of precipitation in Greece, *Journal of Hydrology*, 327, 3-4, 486-495
- Craig, H. (1961). Isotopic Variations in Meteoric Waters. *Science*, 133(3465), 1702–1703. doi:10.1126/science.133.3465.1702
- Dansgaard, W. (1964). Stable isotopes in precipitation. *Tellus*, 16(4), 436–468. doi:10.3402/tellusa.v16i4.8993
- Funk, Chris; Peterson, Pete; Landsfeld, Martin; Pedreros, Diego; Verdin, James; Shukla, Shraddhanand; Husak, Gregory; Rowland, James; Harrison, Laura; Hoell, Andrew; Michaelson, Joel (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2(), 150066–. doi:10.1038/sdata.2015.66
- Gupta, Vivek; Jain, Manoj Kumar; Singh, Pushpendra Kumar; Singh, Vishal (2019). An assessment of global satellite-based precipitation datasets in capturing precipitation extremes: A comparison with observed precipitation dataset in India. *International Journal of Climatology*, (), joc.6419–. doi:10.1002/joc.6419
- Hughes C.E., Crawford J. (2012). A new precipitation weighted method for determining the meteoric water line for hydrological applications demonstrated using Australian and global GNIP data. *Journal of Hydrology*, 464-465, 42-55.
- IAEA (1992). Statistical treatment of data on environmental isotopes in precipitation. Technical Report Series No. 331. IAEA.
- Jie Hsu;Wan-Ru Huang;Pin-Yi Liu;Xiuzhen Li (2021). Validation of CHIRPS Precipitation Estimates over Taiwan at Multiple Timescales. *Remote Sensing*, (), –. doi:10.3390/rs13020254
- López-Bermeo, C.; Montoya, R.D.; Caro-Lopera, F.J.; Díaz-García, J.A. (2022). Validation of the accuracy of the CHIRPS precipitation dataset at representing climate variability in a tropical mountainous region of South America, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Volume 127, 103184, ISSN 1474-7065, <https://doi.org/10.1016/j.pce.2022.103184>.
- Wu, Wenqi; Li, Yungang; Luo, Xian; Zhang, Yueyuan; Ji, Xuan; Li, Xue (2019). Performance evaluation of the CHIRPS precipitation dataset and its utility in drought monitoring over Yunnan Province, China. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 2145–2162. doi:10.1080/19475705.2019.1683082